

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Magisterský studijní program: 2303T002 Strojírenská technologie

Zaměření:

Obrábění a montáž

Návrh nového uspořádání montáže elektrického hoblíku EHL 65E ve firmě Narex a.s. Česká Lípa

**Suggestion of a new form of assembly of electrical plane EHL 65E
in Narex a.s. Česká Lípa**

KOM-1065

Miroslav Zejbrdlík

Vedoucí práce: doc. Ing. Karel Dušák CSc.

Konzultant: Bc. Jitka Čeňková - Narex, a.s. Česká Lípa

počet stran: 66

počet příloh: 6

počet tabulek: 6

počet obrázků: 20

počet grafů: 11

Liberec, květen 2007



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: **Miroslav Z E J B R D L Í K**

Magisterský studijní program: M2301 Strojní inženýrství

Studijní obor : 2303T002 Strojírenská technologie

Zaměření: Obrábění a montáž

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje diplomová práce na téma:

**Návrh nového uspořádání montáže elektrického hoblíku EHL 65E ve firmě
Narex, a. s. Česká Lípa.**

Zásady pro vypracování:

(uveďte hlavní cíle diplomové práce doporučené metody pro vypracování)

1. Úvod (charakteristika výrobce – výrobní program se zvláštním zřetelem na řešený objekt).
2. Popis stávajícího uspořádání montáže hoblíku EHL. (Technologický postup, uspořádání pracovišť a jejich zásobování).
3. Návrh nového uspořádání montáže. (Technologický postup, uspořádání pracovišť a jejich zásobování).
4. Závěr (ekonomické posouzení nového uspořádání).

Forma zpracování diplomové práce:

- průvodní zpráva: 50 stran textu
- grafické práce: dle potřeby

Seznam literatury (uved'te doporučenou odbornou literaturu):

ZELENKA, A., PRECLÍK, V., HANINGER, M.: Projektování procesů obrábění a montáží. ČVUT Praha, 1995.

ZELENKA, A., KRÁL, M.: Projektování výrobních systémů. ČVUT Praha, 1995.

MUTHER, R.: Systematické projektování. SNTL Praha, 1970.

HOFMANN, P.: Technologie montáže. ZČU Plzeň, 1997.

DUŠÁK, K.: Technologie montáže. Terminologie. TUL 2005.

DUŠÁK, K.: Technologie montáže. Základy. TUL 2005.

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Karel Dušák, CSc.

Konzultant diplomové práce: Bc. Jitka Čeňková – Narex, a. s. Česká Lípa

Doc. Ing. Jan Jersák, CSc.
vedoucí katedry obrábění a montáže



Prof. Ing. Petr Louda, CSc.
děkan

V Liberci, dne 28. února 2007

ANOTACE

Označení DP: KOM-1065

Řešitel: Miroslav Zejbrdlík

Návrh nového uspořádání montáže elektrického hoblíku EHL 65E ve firmě Narex a.s. Česká Lípa

ANOTACE:

Obsahem této práce je návrh nového optimalizovaného uspořádání montážního pracoviště pro montážní celek EHL 65E – elektrický hoblík. Hlavními požadavky na řešení bylo zajištění kvality, unifikace materiálového toku, optimalizace zásobování a zvýšení produktivity práce.

Suggestion of a new form of assembly of electrical plane EHL 65E in Narex a.s. Česká Lípa

ANNOTATION:

Aim of this work was suggestion and optimalization of a new form of assembly workplace for EHL 65E – electrical plane. Main demands were quality reservation, one piece movement, supply optimalization and to increase production of work.

Klíčová slova: HOBLÍK, KANBAN, KARUSEL, MONTÁŽ

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: 2007

Archivní označení zprávy:

počet stran:	66
počet příloh:	6
počet tabulek:	6
počet obrázků:	20
počet grafů:	11

Rád bych poděkoval doc. Ing. Karlu Dušákovi CSc. za pomoc a věcné připomínky k obsahu práce, Bc. Jitce Čeňkové za pomoc a podporu při práci na experimentální části práce, firmě Narex, a.s. Česká Lípa za poskytnutí možnosti zpracovat daný problém.

TU v Liberci za poskytnutí potřebné literatury a pomoc při konečném zpracování práce, ing. Jaroslavu Pošvovi za odbornou pomoc při zpracování experimentální části práce. Petru Horovi za konečnou jazykovou úpravu.

Všem děkuji

OBSAH:

1. Úvod	7
1.1 CHARAKTERISTIKA VÝROBCE, VÝROBNÍ PROGRAM	7
1.2 POPIS OBJEKTU MONTÁŽE	8
2. Popis současného stavu	9
2.1 POPIS STÁVAJÍCÍHO USPOŘÁDÁNÍ MONTÁŽE	9
2.2 STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGICKÝ POSTUP	17
3. Teoretická část	19
3.1 ZÁSOBOVACÍ SYSTÉM KANBAN	19
3.2 ANALÝZA ZPŮSOBŮ A NÁSLEDKŮ PORUCH - FMEA	21
3.2.1 Historie	21
3.2.2 Cíle metody	21
3.2.3 Možnosti použití metody	21
3.2.4 Omezení a nedostatky metody	22
3.2.5 Požadavky analýzy	22
3.2.6 Postup při aplikaci FMEA	23
3.2.7 Současný stav	23
3.3 ERGONOMIE PRACOVNÍHO MÍSTĚ	24
3.3.1 Úvod	24
3.3.2 Ergonomie	24
3.3.3 Spolehlivost člověka	25
3.3.4 Technika	26
3.3.5 Pracovní poloha	26
3.3.6 Pohybový prostor	27
3.3.7 Zorné podmínky	27
3.3.8 Komunikace člověk – technika	27
3.3.9 Předávání informací	27
3.3.10 Nebezpečnost techniky	28
3.3.11 Zdraví ve jménu zákona	28
3.4 NÁVRH A OPTIMALIZACE MONTÁŽE	29
3.4.1 Návrh montáže	29
3.4.2 Metoda kritické cesty CPM	29

4. Experimentální část	32
4.1 MĚŘENÍ ČASŮ	32
4.2 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ EXPERIMENTÁLNÍCH DAT	32
4.3 ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ	34
4.4 SIMULACE ÚKONŮ	35
4.5 TABULKY VÝSLEDKŮ	36
5. Projektová část	40
5.1 TECHNOLOGICKÝ POSTUP	40
5.1.1 Předběžný návrh technologického postupu	41
5.1.2 Návrh nového rozmístění lisovacích přípravků	45
5.2 SLED ČINNOSTÍ, ČAS MONTÁŽE	48
5.2.1 Tabulka časů	48
5.2.2 Síťový graf	50
5.3 NÁVRH VARIANT USPOŘÁDÁNÍ MONTÁŽE	54
5.3.1 Varianta I	54
5.3.2 Varianta II	58
5.4 VÝBĚR VARIANTY	59
5.5 VOLBA ROZMÍSTĚNÍ ZÁSOB	59
5.6 NÁVRH NOVÉHO USPOŘÁDÁNÍ LINKY	63
6. Zhodnocení projektu	64
7. Použitá literatura	65
8. Seznam Příloh	66

1. Úvod

1.1 CHARAKTERISTIKA VÝROBCE, VÝROBNÍ PROGRAM

Společnost NAREX Česká Lípa a.s. patří mezi světové výrobce profesionálního ručního elektronářadí. Je součástí silného seskupení značek pod organizací TTS Tooltechnic Systems AG & Co., která sídlí ve Wendlingenu v SRN a má úspěšnou osmdesátiletou historii. Také značka NAREX má dlouholetou tradici, která začala před více než 60 lety výrobou elektromotorů a elektronářadí. Nyní se v České Lípě vyrábí tzv. “modrá” řada NAREX a profesionální elektronářadí Protool, orientované především na tesařskou a sanační techniku.

Firma NAREX Česká Lípa a. s. je certifikována švýcarskou společností pro certifikaci SGS již od roku 1994 podle DIN ISO 9001.

V závodě v České Lípě jsou k dispozici nejmodernější výrobní a montážní zařízení pro výrobu vysoce kvalitního elektrického nářadí. Tento závod byl založen před více než šedesáti lety firmou Siemens-Schuckert-Werke a teď patří ke skupině Tooltechnic Systems ve Wendlingenu.

1.2 POPIS OBJEKTU MONTÁŽE

Úkolem této práce je optimalizovat uspořádání montážní linky pro montážní celek EHL – jde o jednoruční elektrický hoblík EHL 65E řady Festool.

- technická specifikace výrobku:

- příkon 720W
- počet otáček hoblovací hřídele 15 600 ot/min
- šířka hoblovacího záběru 65mm
- úběr materiálu 0 - 4mm
- hloubka drážky 23mm
- přípojka pro odsávání prachu – Ø 27mm
- hlučnost při volnoběhu 76 ot/min
- hmotnost 2,4kg



Obrázek č. 1 Objekt montáže

Hoblík je dodáván v Systaineru (plastová krabice s držadlem) s paralelním dorazem a nářadím pro obsluhu.

Tento elektrický hoblík EHL 65E zaujímá 4,6% celkové produkce firmy NAREX. Konkrétně v loňském roce se vyexpedovalo celkem 293 332 strojů, z toho 13 558 hoblíků EHL 65E do různých zemí světa.

Hoblík je montován ze součástí, z nichž se některé vyrábí přímo v závodě – hlavně hliníkové součásti jako řemenice a ložisková víka, dále hoblovací a regulační stoly, rotory a statory. Ostatní součásti, převážně ložiska, plastové části a spojovací materiál se odebírá od různých českých i zahraničních firem.

Časová norma na výrobu 100 ks celku EHL 65E je dle výrobce 26,8 Nh/100ks.

2. Popis současného stavu

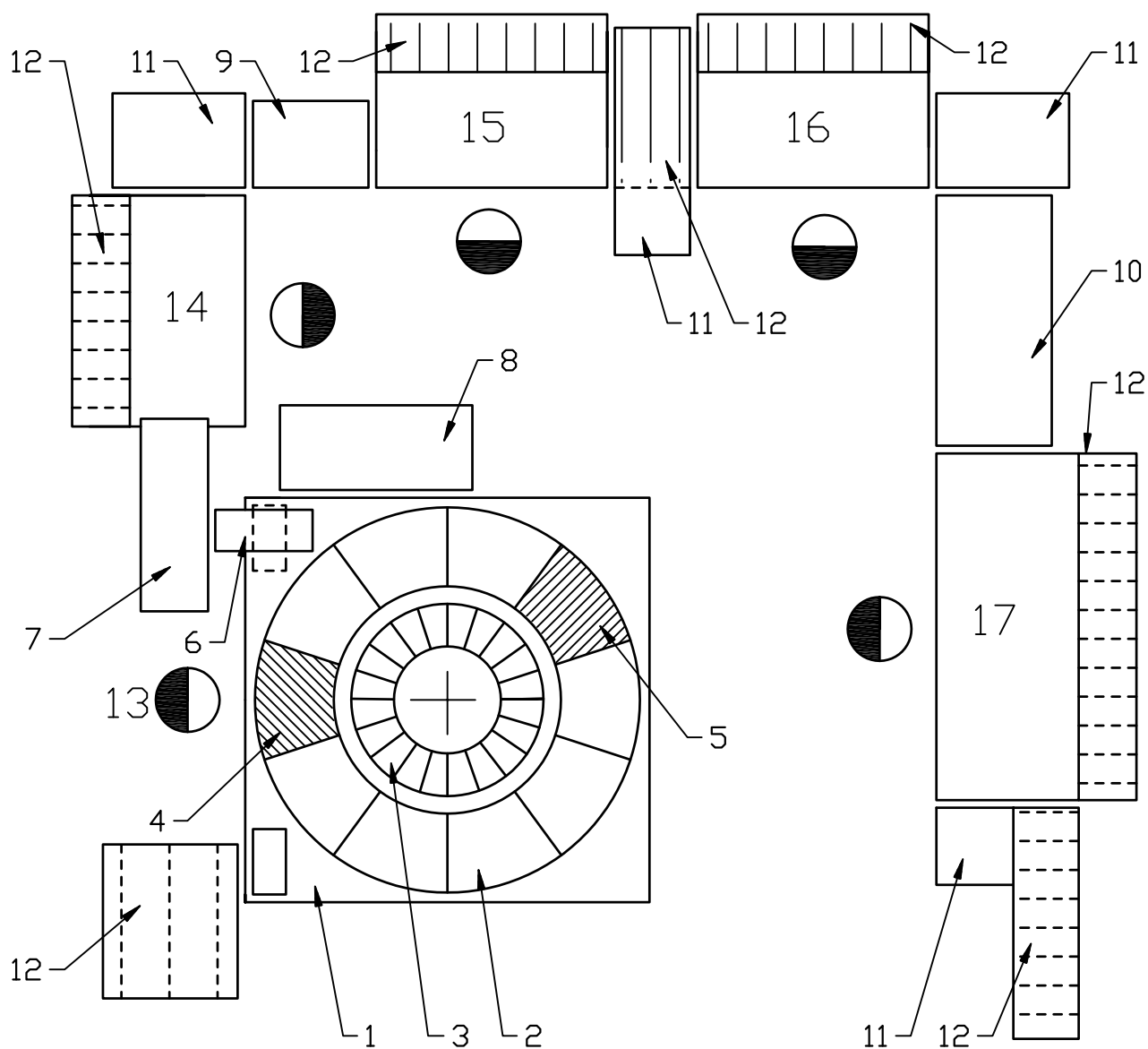
2.1 POPIS STÁVAJÍCÍHO USPOŘÁDÁNÍ MONTÁŽE

Výrobní linka pro montážní celek elektrický hoblík EHL 65E je kombinací rotační linky a otevřené U-linky. Systém montáže je zde ruční, organizační forma nestacionární, linková. Takt je pevný nesynchronizovaný, je udáván dobou zabíhání stroje v zabíhacím boxu (10 min).

Na této lince pracuje současně pět pracovníků - Ti během práce nepřecházejí mezi pracovišti. Na obrázku 2 je celkový pohled na stávající linku. Detailní uspořádání je patrné ze schématu linky na obrázku 3.



Obrázek č. 2 Stávající montážní linka – celkový pohled

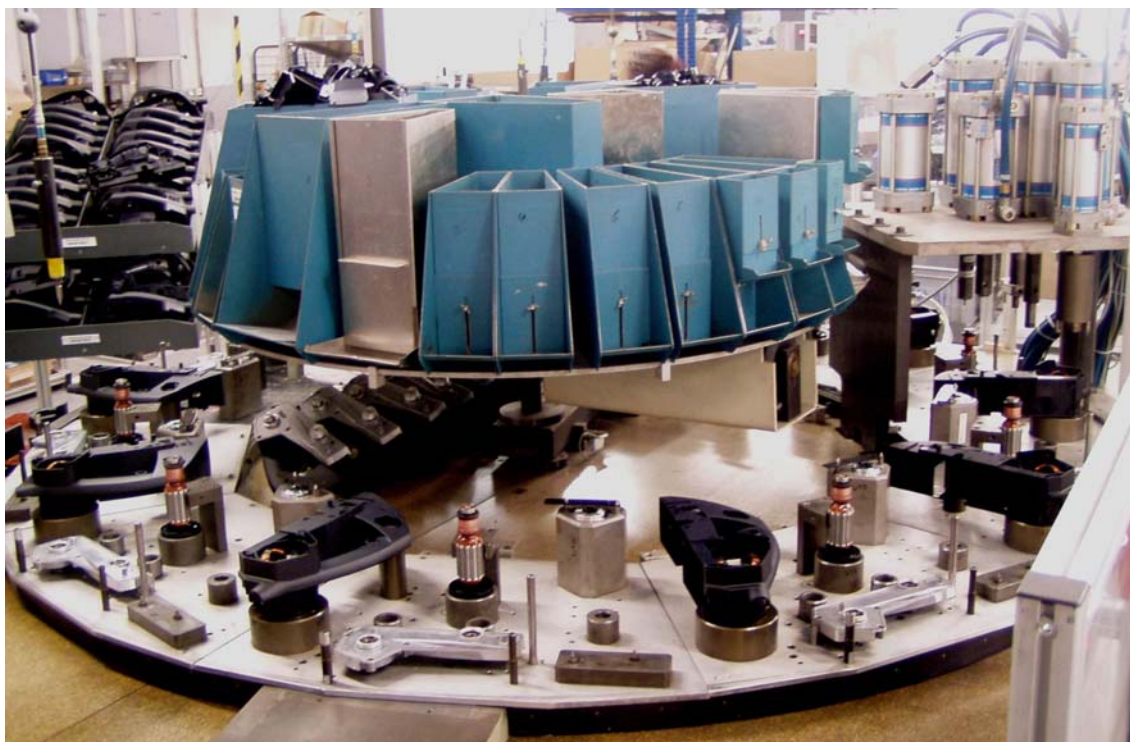


- 1- rám karuselu
- 2- otočný stůl karuselu
- 3- otočný zásobník karuselu
- 4- pozice obsluhy karuselu
- 5- pozice lisu
- 6- ovládací panel karuselu
- 7- odkládací skluz
- 8- stroj pro závitové vložky
- 9- vystružovací přípravek
- 10- zabíhací box
- 11- odkládací plochy
- 12- kanbanové zásobníky

- 13 - Pracoviště I
- 14 - Pracoviště II
- 15 - Pracoviště III
- 16 - Pracoviště IV
- 17 - Pracoviště V

Obrázek č. 3 Schema uspořádání stávající linky

Na prvním pracovišti (I) je desetipolohový rotační stroj - karusel s otočným stolem (2) o \varnothing 2000 mm s vertikální osou otáčení. V jednotlivých polohách jsou rozmístěny základací přípravky. Poloha (4) je určena k zakládání součástí a současně pro vyjímání montážních celků. Zde se nachází pozice obsluhy a ovládání karuselu (6). Na pozici (5) je umístěn lis. Je zde sedm lisovacích válců, lis pracuje automaticky podle polohy karuselu a příslušného lisovacího cyklu, cykly jsou čtyři. Při provozu se karusel otáčí doprava.



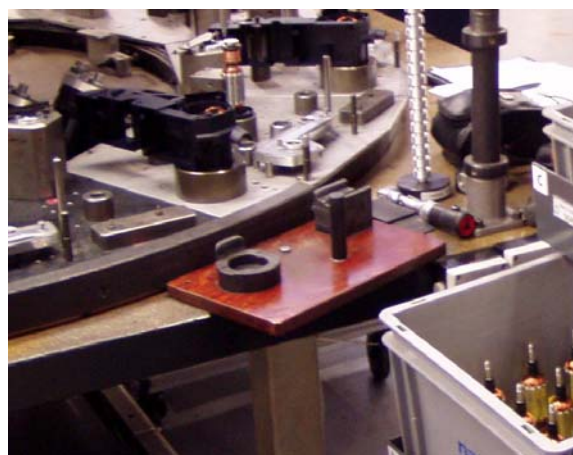
Obrázek č. 4 Pracoviště I – Karusel

Od založení první součásti po odložení montážního celku na další pracoviště se celý karusel otočí sedmkrát. Protože má deset poloh, dochází zde k toku deseti kusů, což je nevýhodné hlavně kvůli dlouhé době náběhu, kdy ostatní pracoviště ještě nemohou pokračovat ve výrobním procesu. Někdy se také mění typ vyráběného hoblíku, technologický postup je stejný, ale jsou zde malé rozdíly v součástech. Při změně výroby se proto musí již založené rozdílné součásti z karuselu vyjmout, dochází ke ztrátám. Při zajištění toku jednoho kusu by případná výměna součástí proběhla rychle.

Dále je potřebná nepoměrně vyšší kvalifikace obsluhy než u ostatních pracovišť, je třeba znát nejen technologický postup montáže, ale i ovládání

karuselu a jeho programů, postup u případné výměny chybně založené součásti na již pootočené pozici, apod.

Ve dvou částech montážního postupu se používají montážní přípravky umístěné mimo karusel, jejich umístění je z hlediska ergonomie nevyhovující – nedostatek místa, nahromadění náradí a zásob.

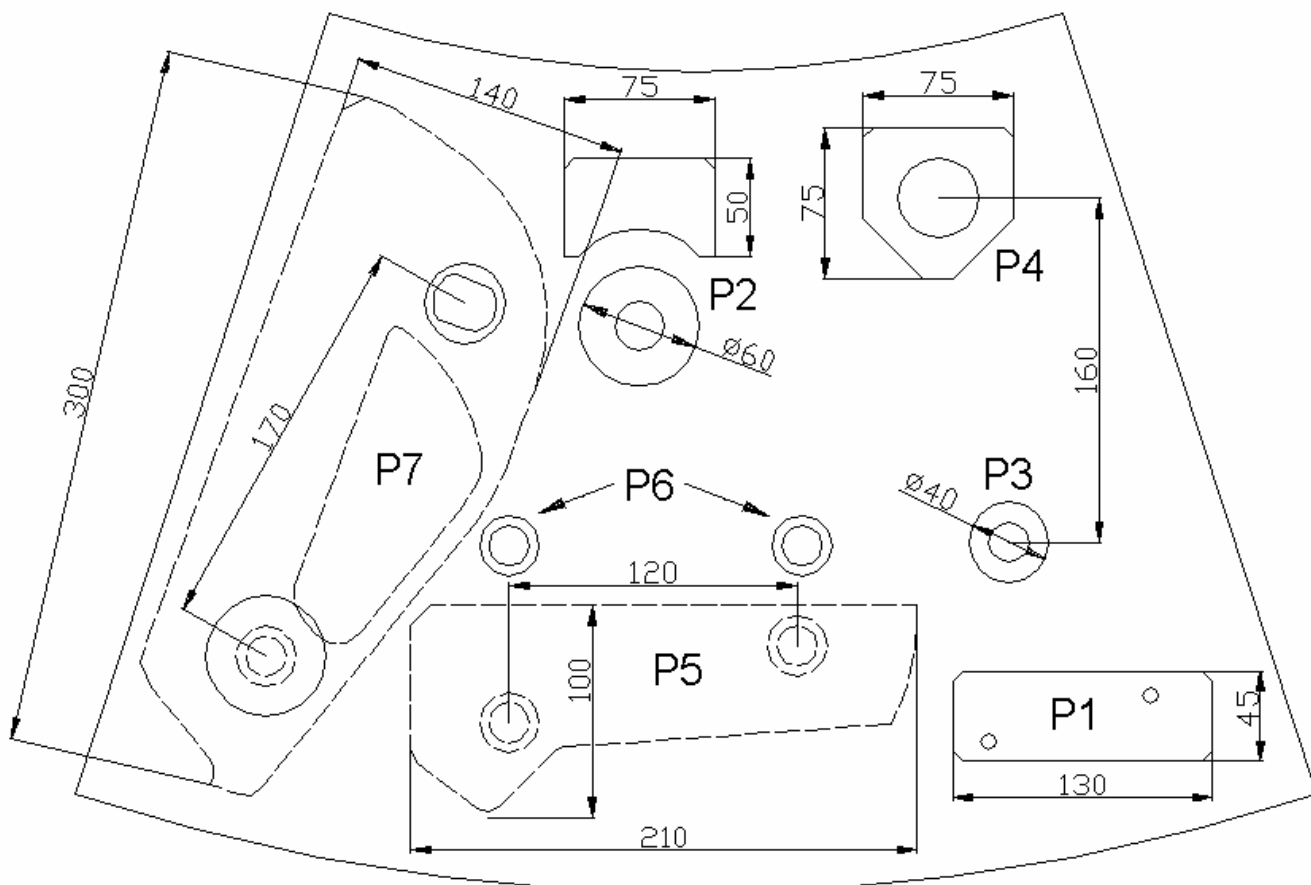


Obrázek č. 5 Pracoviště I – Montážní přípravky

Rozmístění základacích přípravků

Na obrázku 6 je schéma rozmístění základacích přípravků na stávajícím pracovišti I – takto rozmístěné přípravky jsou na všech deseti pozicích otočného stolu karuselu. Na schematu jsou přerušovaně zakresleny obrysové tvary součástí zakládáných do přípravku P5 a P7, rovněž jsou zakótovány vnější rozměry přípravků a těles do nich zakládáných. Přípravek P6 je určen pro odkládání kuželových přípravků pro lisování ložisek do ložiskového víka. Při návrhu nového uspořádání je uvažováno s jejich umístěním mimo lis (přípravek S4).

Nejsou zde zakresleny sloupky které slouží v konečné fázi montáže na karuselu jako montážní přípravek pro ustavení tělesa hoblíku a následnou montáž mostu s hoblovací hlavou do tělesa. To bude nahrazeno montážním přípravkem odvozeným ze stávajících rozměrů sloupků na pozicích stolu.



- | | |
|---|---|
| P1 - přípravek pro kolík a most ložiska | P4 - přípravek pro hoblovací hlavu |
| P2 - přípravek pro rotor s větrákem | P5 - přípravek pro ložiskové víko |
| P3 - přípravek pro ložisko a most ložiska
s kolíkem | P6 - pozice pro kuželové přípravky |
| | P7 - přípravek pro těleso hoblíku |

Obrázek č. 6 Schema rozmístění základacích přípravků



Obrázek č. 7 Rozmístění základacích přípravků

Zásobování pracoviště I je z části řešeno otočným zásobníkem umístěným nad stolem, z části systémem dvoukrabicového kanbanu.

Otočný zásobník otáčí ručně obsluha karuselu dle potřeby. Nevýhodou je zde doplňování zásob. Obsluha nemá na dohled všechny součásti v zásobníku, zásobník ručně otáčí stále jedním směrem, dokud nemá po ruce součásti které potřebuje. Jednotlivé součásti mají v otočném zásobníku více násypek, to znamená větší objem zásobníku, ale konstrukce karuselu to umožňuje, jde o určitou kompenzaci nevýhod při doplňování zásob: u pozice obsluhy karuselu je nedostatek místa a proto doplnění zásobníku provádí sama obsluha, tzn. že na dobu doplnění přeruší výrobní proces. Navíc konstrukce zásobníku neumožňuje orientaci některých součástí (např. pojistné kroužky – zaklesnou se do sebe) a to opět prodlužuje výrobu.



Obrázek č. 8 Otočný zásobník karuselu (3)

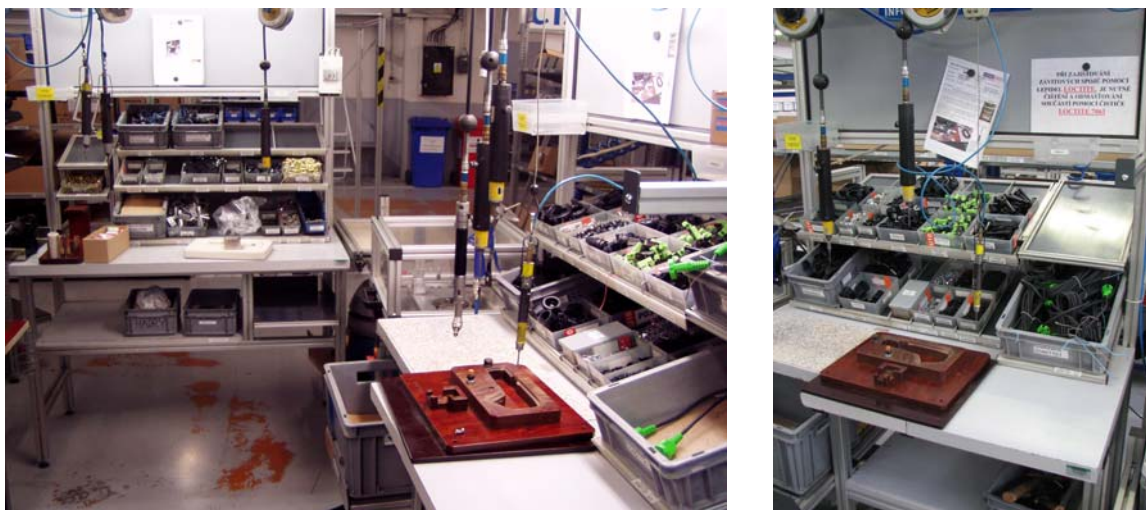
Část zásob pro první pracoviště je řešena systémem dvoukrabicového kanbanu a součásti doplňuje logistik, ale pro již zmíněný nedostatek místa jsou k obsluze orientovány nevhodně.



Obrázek č. 9 Pracoviště I – Kanbanové zásobníky

Po dokončení operací na prvním pracovišti se montážní celek odloží do skluzu, kterým je propojeno první pracoviště s druhým. Uspořádání pracovišť je zde v podstatě koncipováno jako otevřená U-linka. Jsou zde další tři pracoviště montážní a poslední kontrolní a balící. Tato pracoviště jsou postavena již s ohledem na ergonomii pracovišť, mechanizované nářadí je připraveno v optimální poloze, zásobníky a informační tabule ve výši očí, apod.

Na této části linky dochází k toku 1ks, to je výhodné např. při změně typu výroby, ale při stávajícím celkovém uspořádání linky se výhody toku jednoho kusu projeví až po zhotovení prvních deseti montážních podcelků z Pracoviště I.



Obrázek č. 10 Pracoviště II a III



Obrázek č. 11 Pracoviště IV



Obrázek č. 12 Pracoviště V

Zásobování zbývajících částí linky – Pracoviště II, III, IV a V - je řešeno u všech součástí systémem dvoukrabicového kanbanu. Zásoby doplňuje logistik průběžně, na jednotlivých pracovištích je zásob vždy dostatek, pracovníci se mohou soustředit pouze na montáž samotnou.



Obrázek č. 13 Systém zásobování – dvoukrabicový kanban

2.2 STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGICKÝ POSTUP

Je zde uveden pouze stručně, popisuje postupné sestavení montážního celku. Kompletní technologický postup (návodka montáže a balení od firmy Narex) je uveden v příloze č. 1.

Operace 05 (Pracoviště I – karusel)

uvést karusel do chodu (pozice 4 obr.3)

sestavit základní těleso hoblíku – ložiska, rotor a větrák, hoblovací hlava, stator, ložiskové víko, řemenice, vzduchová vložka a příložka

- karusel se otočí během jednoho cyklu 7x, z toho 4x dochází na 5. pozici k lisování, 2x se karusel otáčí “naprázdno”:

- vložit podložky na stator

- přišroubovat šrouby

při posledním otáčení odebrat těleso hoblíku z karuselu

(na tomto pracovišti používají dva přípravky mimo karusel – pro dotažení řemenic)

odložit těleso hoblíku do skluzu.

Operace 10 (Pracoviště II)

zašroubovat závitové vložky

zapojit stator, cívku tachy, elektroniku a uhlíkové držáky

vložit hoblovací stůl, zkontrolovat rovnoběžnost hoblovacího stolu s hoblovací hlavou

vložit hoblík do přípravku pro vystružení otvorů v regulačním stole

montovat boční dorazy

Operace 15 (Pracoviště III)

po vystružení otvorů vyjmout hoblík z přípravku

vložit regulační člen a kolo, regulaci úběru a regulační stůl

zapojit spínač, připojit napájecí kabel a odložit na odkládací plochu vedle pracoviště IV.

Operace 20 (Pracoviště IV)

zakrytovat hoblík z jedné strany, vyzkoušet chod stroje (zapojením do zásuvky)
nasadit řemen na řemenice, řemen napnout a zkontrolovat jeho správné
napnutí a nasazení

přípevnit druhý kryt, do tělesa hoblíku zasunout imbusový klíč, nalepit štítek
kontrolovat přesah nože vůči hoblovacímu stolu (měřit úchylkoměrem na obou
koncích nože)

regulační stůl srovnat do roviny s hoblovacím stolem pomocí měřicího přípravku
zaaretovat spínač, hoblík vložit do zabíhacího boxu, zapnout box
montovat uhlíkové držáky

Operace 25 (Pracoviště V – kontrola a balení)

během zabíhání stroje provést kontrolu a zkoušení dle předpisů, optickou
kontrolu odběru proudu a napětí, kontrolovat se každý kus
odzkoušet mechanické funkce, hoblík očistit

provést kontrolu VN (na dvou bodech – šroub a víko ložiska)

kontrolovat přesah a rovnoběžnost hoblovacího nože (rovnoběžnost
hoblovacího nože je vztažena k hoblovacímu stolu, měřit na čtyřech místech dle
zkušebního předpisu)

očistit stroj, nalepit příslušné štítky a nálepky, spolu s garančním listem,
návodem, seznamem náhradních dílů a bočním dorazem vložit hoblík do
systaineru

systainer uzavřít a odložit na paletu.

3. Teoretická část

Řešení této práce vychází z osnovy zadání, použité metody a principy jsou uvedeny v následujícím textu.

3.1 ZÁSOBOVACÍ SYSTÉM KANBAN

V globálním tržním prostředí se efektivní výroba stává rozhodujícím konkurenčním prvkem. Musí mít vytvořeny odpovídající podmínky, mezi které patří i vhodný manažerský systém, který potřebuje pro správné rozhodování rychlé a relevantní informace. Tady hlavní úlohu sehrávají hlavně systémy řízení. Pro výrobní organizace poskytují rozhodující informace především systémy řízení výroby, na které je kladeno množství požadavků:

- rychlá dostupnost řídicích informací
- udržování nízkých zásob ve výrobním systému
- vysoká pružnost a produktivita
- krátké průběžné doby

Pružné systémy dílenského řízení jsou základem efektivní výroby, schopné rychle reagovat na reálné požadavky zákazníků. Jedním z řešení, které prezentuje pružný systém dílenského řízení, je i systém řízení KANBAN, vyvinutý ve firmě TOYOTA.

Tento systém využívá při řízení produkce princip výroby na výzvu, někdy také nazývaný jako tahový systém řízení. Vyrábí se jen to, co skutečně požaduje zákazník, v množství a v čase, ve kterém je výrobek požadován.

U každého systému řízení výroby je třeba znát výhody jeho používání. Systém KANBAN je charakteristický tím, že jeho implementací se v první etapě dosahují hlavně nepřímé přínosy, které ale v konečném důsledku výrazně přispívají k získání přímých přínosů ve výrobě. Výška nákladů na jeho zavedení v porovnání s jinými systémy dílenského řízení je zanedbatelná.

Důvody pro zavedení systému řízení KANBAN

Zavedením systému řízení KANBAN dochází ke snižování velikosti výrobních dávek, čímž je možná pružnější reakce na potřeby zákazníka. Menší výrobní dávka znamená méně dílů v oběhu, to snižuje požadavky na prostor a snižuje ztráty u nekvalitní výroby. Nižší požadavky na prostor a nižší ztráty z nekvalitní výroby znamenají úsporu financí. Systém řízení KANBAN dále způsobuje posun od „tlačného“ k „tahovému“ materiálovému toku – vyrábí se jen když existuje objednávka. Systém KANBAN napomáhá k výrobě JIT (Just in Time) - výroba právě v čase, kdy je to třeba.

V podniku NAREX Česká Lípa a.s. je systém KANBAN zaveden již přes 8 let. V našem případě u stávajícího uspořádání výrobní linky není tento systém zaveden úplně, proto nelze výhody KANBANu plně využít. Část linky bez zavedeného systému KANBAN, z pohledu objemu zásob, není zanedbatelná. Po úplném zavedení tohoto systému odpadne obsluze starost o zásobování součástí a přejde na logistika.

Stávající podoba používání systému KANBAN - Používají se standardní ukládací bedny nebo standardní velikost dávek, každá s vlastní kartou. Je to tažný systém ("pull") ve kterém si výrobní pracoviště prostřednictvím karty "objednávají" součástky od předchozích pracovišť. Tato metoda je vhodná pro trvalou hromadnou nebo středně sériovou výrobu při vysoké stálosti poptávky a při omezeném sortimentu. Nevyrábí se na sklad; pracoviště smí vyrábět pouze tehdy, dostane-li od následujícího pracoviště "objednávku" ve formě karty

3.2 ANALÝZA ZPŮSOBŮ A NÁSLEDKŮ PORUCH - FMEA

3.2.1 Historie

Metoda **FMEA** vznikla původně jako spolehlivostní analytická metoda následně zkoumající a hodnotící vzniklé poruchy výrobku a odhalující jejich příčiny a způsoby zjišťování. Tomu nasvědčuje její původní anglický název **F**ailure **M**ode and **E**ffects **A**alysis. Doslovný překlad anglického názvu je *Analýza způsobů a následků poruch*.

3.2.2 Cíle metody

- posouzení důsledků a posloupnosti jevů pro každý zjištěný způsob poruchy prvku, ať má jakoukoliv příčinu, a to na různých funkčních úrovních systému
- určení významnosti nebo kritičnosti každého způsobu poruchy vzhledem k požadované funkci systému s uvážením důsledků na bezporuchovost nebo bezpečnost procesu
- klasifikace způsobů poruch podle toho, jak snadno je lze zjistit, diagnostikovat, testovat, ...
- odhady ukazatelů významnosti a pravděpodobnosti poruchy, jsou-li k dispozici potřebná data

3.2.3 Možnosti použití metody

Nejvýznamnější využití metody FMEA je v etapě návrhu a vývoje, jako součást přezkoumání návrhu (metoda předběžného varování), dále při modifikaci a modernizaci systému, při změnách provozních podmínek, při prokazování požadavků norem, předpisů nebo uživatele. Dále může FMEA sloužit jako podklad pro návrh konstrukčních změn, nebo jako požadavek na provedení zkoušek. V období vznikajícího návrhu, konstrukce nebo projektu slouží k identifikaci a analýze všech potenciálně možných poruchových stavů, které mohou nastat, s cílem odstranit je nebo potlačit změnou či úpravou konstrukčního řešení - FMEA konstrukční.

Při návrhu procesu slouží k identifikaci a analýze všech jeho možných poruchových stavů, jejichž příčiny mohou spočívat v navrhovaném postupu procesu s cílem umožnit návrh nápravných opatření k jejich odstranění (nebo potlačení) změnou jeho návrhu – FMEA procesní (výrobní).

FMEA procesní by měla navazovat na provedenou FMEA konstrukční a provádí se jako závěrečná ve fázi schvalování technické přípravy výrobního postupu. Přestože je FMEA procesu původně určena pro přezkoumání návrhu technologického postupu, je velice cennou metodou rovněž pro analýzu a přezkoumání již používaného výrobního procesu, protože umožňuje odhalit jeho slabá místa a tak iniciovat jeho optimalizaci.

3.2.4 Omezení a nedostatky metody

Metoda FMEA je složitá, pracná a časově náročná v případě komplexních systémů. Je třeba velké množství podrobných informací o systému - konstrukce, funkce, technologie výroby, způsoby provozu a provozních podmínek. Je nutná účast týmu odborníků různých profesí, a nezahrnuje důsledky chyb lidského faktoru.

3.2.5 Požadavky analýzy

Vstupní informace pro analýzu - musí být znám účel a cíle analýzy, musí být přesně vymezeno, k jakému účelu je analýza prováděna, je třeba technický popis systému, slovní popisy konstrukčního uspořádání, podrobná výkresová dokumentace, schémata, grafy, definice funkcí systému a jeho prvků, podrobný výčet všech důležitých funkcí systému a prvků, funkční členění systému, členění do funkčních subsystémů až do požadované hloubky analýzy.

Dále je nutná definice rozhraní systému - vymezení hraničních bodů a prvků, kde dochází k interakci se „sousedními“ systémy nebo s vnějším okolím, aby se prvky neopakovaly vícekrát v různých systémech, údaje o prvcích systému – jednoznačná identifikace, popis funkce, a dokumentace FMEA.

3.2.6 Postup při aplikaci FMEA

Vlastní provádění metody zahrnuje čtyři skupiny činností:

- 1) Identifikují se jakékoliv myslitelné poruchové stavy a analyzují se jejich možné projevy, důsledky a příčiny; provádění tohoto kroku analýzy vyžaduje stanovit pro ně místo nebo popis, projev, důsledek a příčinu.
- 2) Hodnotí se současný stav tzv. rizikovým číslem **MR/P** – **Míra rizika/Priorita**

$$\mathbf{MR/P = Výskyt \times Význam \times Odhalitelnost}$$

- 3) Navrhnou se opatření k nápravě - změna či úprava konstrukčního řešení, návrhu výrobního postupu, apod. s vymezením termínů a odpovědností
- 4) Po realizaci opatření k nápravě se provede opakovaně analýza podle 2. bodu postupu včetně hodnocení rizikovým číslem **MR/P** zlepšeného stavu.

Pomocí rizikového čísla RN je možno zjistit komponenty, které zásadním způsobem ovlivňují bezporuchovost celého systému. Stanoví se rizikové faktory, rizikové číslo RN je tvořeno jejich součinem.

Za nebezpečné jsou považovány všechny ty poruchy, jejichž rizikové číslo je větší než střední hodnota uvažovaných rizikových čísel, přičemž jsou pro kvalifikovaný odhad kritické hodnoty rizikového čísla brány v úvahu také zkušenosti z výroby a provozu stávajících, resp. analogické techniky.

Příklady možných vad, následků vad a možných příčin vad u FMEA procesu, význam jednotlivých faktorů a rozšíření pro metodu FMECA je uvedeno v příloze č.2

3.2.7 Současný stav

Současné uspořádání montáže a stávající technologický postup jsou koncipovány s ohledem na analýzu FMEA, jednotlivé pracovní a montážní úkony jdou za sebou v takovém sledu, který umožní ihned odhalit a odstranit chybu úkonu předcházejícího. Navíc při případném neodhalení chyby nelze pokračovat v montáži. Tato koncepce zůstane při návrhu nového uspořádání linky zachována. Novou analýzu lze provést po přestavění linky, viz formulář v příloze č.3.

3.3 ERGONOMIE PRACOVISTĚ

3.3.1 Úvod

Neustálý rozvoj vědy i techniky přináší nové stroje, technologie a zařízení. Tempo rozvoje je v některých případech tak vysoké, že mohou vznikat problémy mezi požadavky a nároky, které nová technika vyžaduje a možnostmi, schopnostmi a dovednostmi člověka, který je má obsluhovat.

Lidé mají rozdílné předpoklady pro práci s technikou, mají rozdílný vztah ke strojům, nechtějí se podřídit a nebo se někdy obávají technického pokroku v oblasti užívání a ovládání strojů. Pokud mají například obsluhovat moderní stroje, hledají různé příčiny jak setrvat na stroji, na kterém pracovali třeba 20 let. Mají obavy, že stroj nezvládnou, že je příliš složitý, že vyžaduje vyšší nároky na jejich dovednost, soustředěnost a podobně.

Některé stroje vyžadují vzhledem k plnění výkonových norem, aby v jednom časovém okamžiku bylo zvládnuto i 5 až 6 činností najednou. Následkem může být přetížení člověka, což může vést k jeho únavě, selhání a způsobení havárie. Také v průběhu činnosti může docházet ke kolísání schopností operátora. Během pracovní směny prochází lidský organismus útlumem. Tyto procesy nejsou u všech lidí stejné.

3.3.2 Ergonomie

Úlohou ergonomie je, aby byla navrhována technika s přihlédnutím k limitům průměrného člověka. Musí se brát v úvahu průměrné schopnosti, možnosti a dovednosti člověka již při koncepci a projektování techniky. Musí se brát v úvahu veškerá omezení člověka v jeho činnosti.

Ergonomie vychází ze znalostí celé řady jiných věd. Jsou to vědy humanitní (antropometrie, psychologie, fyziologie práce, sociologie) a vědy technické (konstrukce, normování, řízení, kybernetika).

Ergonomie řeší systém jako celek se všemi podsystémy a prvky a do prostředí činnosti člověka zahrnuje vše, co ho obklopuje, co ovlivňuje jeho činnost. Vedle fyzikálních faktorů (světlo, teplo, hluk, vibrace) zahrnuje do prostředí i pracovní zátěž, organizaci práce, bezpečnost a hygienu práce.

Technický rozvoj v některých případech způsobil, že se začala vyrábět technika (stroje, ruční nářadí, malá mechanizace apod.) která nerespektovala variabilitu člověka v jeho schopnostech, fyzických předpokladech a ve vzrůstu.

Právě ergonomie se snaží, aby byly zákonitosti vývoje člověka a omezení schopností v dané etapě vývoje člověka respektovány. A to jak z hlediska psychického, tak i fyzického.

Energeticky a fyzicky náročné činnosti se čím dál tím více přesouvají během vývoje na stroj a lidská činnost se omezuje na psychické činnosti.

Vliv prostředí se neustále zvyšuje, protože funkce člověka je čím dále tím více náročnější a i stroje vyžadují přesně stanovené podmínky.

Velmi často při rozhodování o tvorbě systému rozhodne ekonomické hledisko a navrhne se systém, ve kterém je člověk soustavně přetěžován, pracuje v nepříznivých podmínkách a jeho organismus je negativně ovlivňován.

Jakékoliv zvyšování produkce, rychlosti, spolehlivosti systému je limitováno možnostmi člověka a může být proto dosahováno jen správným technickým řešením (anebo vyřazením člověka ze systému).

3.3.3 Spolehlivost člověka

Člověk spolu s technikou a prostředím vytváří ergonomický systém. Limitujícím článkem tohoto systému je člověk a jeho spolehlivost. Člověk je tedy omezujícím faktorem uvedeného systému.

Mírou spolehlivosti člověka je pravděpodobnost bezporuchové práce. Pracovní schopnost je stav člověka, ve kterém v daný časový okamžik odpovídá všem požadavkům, stanoveným ve vztahu k základním funkcím, nutným pro dosažení cíle.

Selhání člověka je úplná nebo částečná ztráta pracovní schopnosti.

3.3.4 Technika

Technika je vše, co člověk používá k vytváření užité hodnoty nebo k uspokojování potřeby. Technika by měla splňovat základní požadavky pro přizpůsobení člověku.

1. Rozměrové řešení
2. Ovládače a sdělovače
3. Vybavení techniky
4. Estetické hledisko

Rozměrové řešení je prvním kritériem, které musí splňovat technika, aby byla přizpůsobena člověku. Musí respektovat především:

- a) Pohlaví a stáří člověka
- b) Pracovní polohu
- c) Pohybový prostor
- d) Zorné podmínky
- e) Speciální podmínky práce

Jestliže se jedná o stroj používaný jedním, určitým člověkem, bude se stroj projektovat podle rozměrů člověka.

Ve většině případů se musí počítat s tím, že stroj budou používat různí lidé, a to jak rozměry, tak i fyzickou silou paží a nohou. Konstruktor musí pokud možno zajistit pracovní pohodu pro většinu pracovníků, kteří budou na stroji pracovat.

3.3.5 Pracovní poloha

Rozměry techniky výrazně ovlivňuje pracovní poloha. Nejčastější poloha je sed a stoj, ale někdy je to i klek, předklon, dřep, chůze. Někdy se do aktivity zapojují střídavě všechny svalové skupiny.

V případě řešené montážní linky je převážnou polohou obsluhy stoj, popř. chůze.

Z fyziologického hlediska je výhodnější sed, především proto, že je energeticky méně náročný a dolní končetiny nejsou trvale zatíženy. Hlavní nevýhodou stoje jsou zdravotní následky, protože lidské nohy nejsou dimenzovány na trvalé zatížení hmotností těla.

3.3.6 Pohybový prostor

Pohybovým prostorem se rozumí prostor, ve kterém lze provádět pracovní činnost. Rozeznává se manipulační prostor ruční a nožní. U některé techniky je ruční a zejména nožní manipulační prostor řešen nedokonale a nutí operátory zaujímat nevhodné polohy (nohy bokem, nerovnoměrně roztažené, tělo předkloněné šikmo).

3.3.7 Zorné podmínky

Zorné podmínky jsou velmi důležité, protože více jak 80% informací dostávají operátoři pomocí zraku. Důležitá je zorná vzdálenost, kdy je schopen pracovník rozeznat potřebné detaily.

Při rozměrovém řešení techniky je nutné reagovat i na speciální podmínky, které mohou výrazně ovlivnit prostorové řešení:

- a) velikost pracovního předmětu
- b) vlastnost předmětu (hmotnost, křehkost, tvar)
- c) nebezpečí výbuchu nebo požáru
- d) časové trvání práce

3.3.8 Komunikace člověk – technika

Člověk ovládá techniku ovládačem. Ovládače mohou být různých tvarů (klávesa, tlačítko, páka ...), s různou formou předávané energie (mechanický, hydraulický, elektrický, pneumatický), podle působení ovládače (polohový, pohybový, silový), podle vykonané.

3.3.9 Předávání informací

Při obsluze stroje musí být podávány všechny potřebné informace o všech stavech řízené soustavy, o stavu stroje, o parametrech prostředí, v případě řešené linky hlavně o stavu zásob. K této činnosti slouží sdělovače.

Sdělovače mohou informovat prostřednictvím zraku, sluchu a hmatu. Mohou informovat vizuálně polohou (ručka na stupnici), barvou, velikostí a tvarem. Mohou sdělovat informaci trvale, dočasně, proměnlivě, okamžitě (údaj průtokoměru).

Je třeba poskytovat jen základní informace. Informace nadbytečné odvádějí pozornost. Informace musí být poskytována s maximální jasností. Znamená to optimalizovat její čitelnost - velikost detailu, typ sdělovače, umístění, provedení, barva, doba čtení, osvětlení.

3.3.10 Nebezpečnost techniky

Při určování nebezpečnosti systému se musí přihlédnout jakou měrou se podílí jednotlivé části systému tzn. člověk – technika – prostředí (pracovní podmínky).

Člověk je v tomto systému nejslabším článkem, tedy nejnebezpečnějším. Je tedy nutné zajistit, aby technika byla co nejméně nebezpečná.

Je třeba hledat efektivní opatření, která odstraňují nebo snižují nebezpečnost nebo která chrání člověka (zabezpečovací zařízení) nezávisle na jeho chování.

3.3.11 Zdraví ve jménu zákona

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci je dnes zakotvena v legislativě všech vyspělých zemí. Základním „ergonomickým manuálem“ zaměstnanců i zaměstnavatelů by tak mělo být nařízení vlády č. 178/2001 Sb., které se detailně zabývá způsoby ochrany zdraví pracovníků nejrůznějších profesí. U nejtěžších kategorií, kam patří namáhavé manuální práce, je povolený energetický výdej minimálně čtyřikrát větší než např. při práci s počítačem.

Optimální teplota na běžném pracovišti by se měla pohybovat kolem 22 °C při relativní vlhkosti vzduchu 30 až 70 % .

Z prostorových požadavků je třeba dodržet mimo jiné volnou pracovní plochu nejméně 2 m² na jednoho pracovníka; světlá výška místnosti je specifikována rozdílně podle jejích půdorysných rozměrů - předpis umožňuje i jisté úlevy, ovšem pouze při dodržení minimální čisté kubatury vzdušného prostoru na jednoho zaměstnance 12 m³.

Dále se nařízení zabývá i takovými náležitostmi, jako jsou „monotónnost práce“, „práce pod časovým tlakem spojená s vysokým pracovním tempem“ nebo „práce spojená s vysokými nároky v oblasti jednání a vzájemné kooperace mezi jednotlivci a činnosti, kdy je zaměstnanec vystaven interpersonálním konfliktům, frustraci a negativním emočním tlakům“, existují způsoby, jak takovou psychickou zátěž výrazně omezit.

3.4 NÁVRH A OPTIMALIZACE MONTÁŽE

3.4.1 Návrh montáže

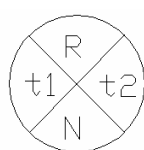
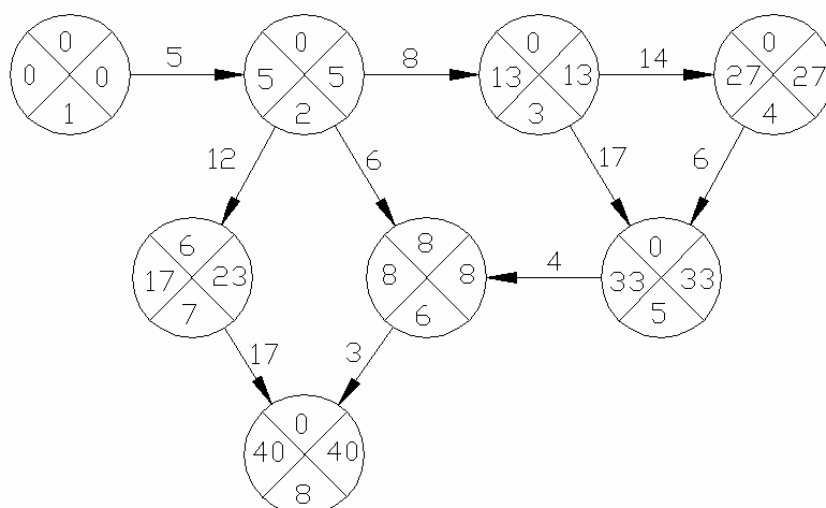
Při návrhu nebo optimalizaci montážního systému se sladí všechny ovlivňující činitele s danými okrajovými podmínkami tak, aby bylo dosaženo požadovaného cíle. Podrobnost návrhu systému je dána hlavně typem výroby. Pro hromadnou a velkosériovou výrobu je nutný vysoký stupeň podrobnosti.

3.4.2 Metoda kritické cesty CPM

Při provádění návrhu montáže touto metodou se postupuje následovně:

- návrh uspořádání činností
- analýza a časový rozbor
- optimalizace řešení

V etapě návrhu uspořádání činností se zhotovuje schematický náčrtek sítě montážní úlohy. Kroužkem je v grafu znázorněn stav činnosti – její začátek, resp. Konec, spolu s příslušným pořadovým číslem. Vlastní jednotlivé montážní činnosti, např. šroubování, lisování, manipulace, apod., jsou znázorněny úsečkami se šipkami mezi kroužky. Šipky vždy směřují k následujícímu stavu. Zásadou je, že činnost lze považovat za ukončenou jen tehdy, když všechny předchozí činnosti s ní související jsou ukončeny.



t – časová délka činnosti

t_1 – nejdříve možný začátek

t_2 – nejpozději možný začátek

R – časová rezerva mezi činnostmi

$(R = t_2 - t_1)$

N – pořadové číslo jevu

Obrázek č. 14 Princip síťového grafu

Nejdříve možný začátek činnosti je okamžik, v němž může činnost započít. U vstupní činnosti je nulový, u následujících vždy po uplynutí doby trvání všech činností, které do uzlu vstupují (nejdříve možný začátek + doba trvání činnosti).

Nejpozději přípustný začátek činnosti je okamžik, v němž musí činnost začít, aby nedošlo k časovému skluzu realizace projektu.

Nejpozději přípustný konec činnosti je okamžik, v němž musí činnost nejpozději skončit, aby nedošlo k ohrožení celkové doby trvání projektu.

V etapě analýzy a časového rozboru se stanovuje pořadí montážních činností tak, aby se daná montážní úloha provedla v co nejkratším čase. Nejdříve možný konec (výsledný čas) montáže je dán součtem dílčích časových úseků s nejdelším časem trvání. Tyto dílčí úseky vytváří tzv. kritickou cestu pro danou montážní úlohu.

V etapě optimalizace navrženého řešení se provádí přerozdělování některých činností tak, že se činnosti na kritické cestě zkracují a tím vzniká nová kritická cesta s kratším celkovým časem.

Montážní úkol je pro potřebu sestavení síťového grafu charakterizován tabulkou. Na základě této tabulky se sestaví síťový graf. Při obsazení jednotlivých činností prováděných mezi jevy minimálním počtem pracovníků vyplyne celková doba trvání montážního úkolu. Přeuspořádáním pracovníků v činnostech na kritické cestě můžeme případně docílit kratší doby trvání montáže. Kromě určení celkového času trvání montážního úkolu a stanovení kritické cesty je někdy třeba optimalizovat i počet montážních pracovníků a jejich nasazení.

Vhodným časovým přesunem (technologicky dovoleným) montážních činností lze snížit počet potřebných pracovníků a také např. rozšířit počet druhů montážních činností prováděných určitým pracovníkem (jeho náplň práce se stane “zajímavější“), a tak rozšířit možnosti záměny pracovníků mezi pracovišti, protože znají více činností a tím omezit jednotvárnost jejich práce.

Získání časových údajů pro návrh montáže se provádí např. na základě MTM (Methods Time Measurement).

V tomto případě optimalizace již postavené montážní linky lze provést tzv. náměr – zjištění časů jednotlivých činností a úkonů měřením při provozu montážní linky.

4. Experimentální část

4.1 MĚŘENÍ ČASŮ

Základním údajem pro optimalizaci montáže jsou časové údaje. Podle strukturního kusovníku, montážní návodky a návodky pro balení které byly k dispozici od firmy NAREX byl sestaven podrobný technologický postup a rozčleněn na jednotlivé činnosti, jako např. uchopení, vložení do přípravku, doba šroubování. Např. operace založit ložisko byla měřena od okamžiku započetí pohybu ruky k zásobníku, přes uchopení ložiska rukou, až do konečného založení ložiska do přípravku.

Následně byl tento postup ověřen v praxi při provozu linky. Pro měření časů jednotlivých úkonů byly použity digitální stopky RUHLA.

Pro každý úkon bylo provedeno deset měření, výsledky byly pak vyhodnoceny podle teorie chyb (teorie Mediánu). Tímto vyhodnocením získané hodnoty slouží k vytvoření síťového grafu, časových diagramů a k následné optimalizaci montáže.

Kompletní protokol o měření je v příloze č. 4

4.2 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ EXPERIMENTÁLNÍCH DAT

Výběrový průměr \bar{x} a rozptyl σ^2 jsou efektivní odhady parametrů polohy a rozptýlení jedině pro data, která pocházejí z normálního rozdělení. Jestliže výběr pochází z jiného rozdělení než normálního, nebo jsou-li v datech vybočující hodnoty – v tomto případě je tomu tak: skoro u každého úkonu může dojít k výraznému vybočení, např. se zasekne hoblovací hlava v přípravku a musí se vypáčit, pojistné kroužky se do sebe zaklesnou, atd. – efektivnost odhadů \bar{x} a σ^2 rychle klesá. Stejně i ostatní parametry polohy a rozptýlení nejsou efektivní, pokud data pocházejí z jiného než předpokládaného rozdělení.

Při narušení předpokladu normality způsobeném obvykle vybočujícími měřeními lze získat efektivní odhady s využitím robustních metod.

Medián

Medián patří mezi nejstarší robustní odhady parametrů polohy, má přesnou interpretaci jak pro symetrická, tak i nesymetrická rozdělení.

Není-li rozdělení výběru známé a předpokládáme-li přítomnost vybočujících měření, lze naparametrický odhad směrodatné odchylky mediánu vyjádřit tvarem:

$$S_M = \frac{x_{(n-k+1)} - x_{(k)}}{2u_{\alpha/2}} \quad k = \frac{n+1}{2} - |u_{\alpha/2}| \cdot \sqrt{\frac{n}{4}} \quad (1)$$

Optimální výsledky poskytuje volba $\alpha = 0,05$, pro kterou je $|u_{0,025}| = 1,96$.

Pro malé výběry se užívá Marritzova-Jarretova odhadu směrodatné odchylky mediánu:

$$S_M^* = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n w_i x_i\right)^2} \quad w_i = \frac{J\left(\frac{i-0,5}{n}\right)}{\sum_{j=1}^n J\left(\frac{j-0,5}{n}\right)} \quad (2)$$

funkce $J(x)$ je definována vztahem:

$$J(x) = \frac{n!}{(m!)^2} x^m (1-x)^m \quad (3)$$

Zde $m = \text{int}((n-1)/2)$ a $\text{int}(x)$ představuje celočíselnou část čísla x .

Pro konstrukci intervalu spolehlivosti u mediánu a následné aplikaci statistických testů se vychází z náhodné veličiny

$$T_M = \frac{\bar{x}_{0,5} - med}{S_M} \approx \frac{\bar{x}_{0,5} - med}{S_M^*} \quad (4)$$

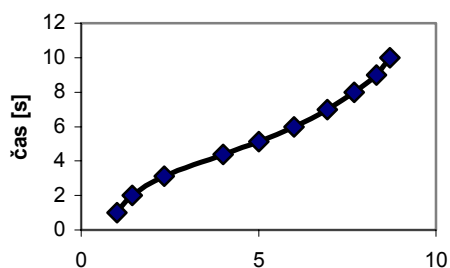
která má přibližně Studentovo rozdělení $s(n-1)$ stupni volnosti. Symbol med označuje opět medián základního souboru, ze kterého výběr pochází.

4.3 ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

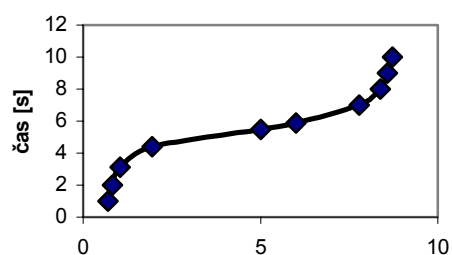
Po naměření všech údajů byly číselné hodnoty seřazeny vzestupně, aby bylo možné sestavit grafy závislosti časů na pořadí měření. Podle křivky v grafu lze určit rozdělení měřeného jevu, jedná-li se o klasické rozdělení, jako např. normální nebo normované, a podle toho vyhodnotit měření příslušným postupem.

Kvantilové grafy klasických rozdělení

Rovnoměrné rozdělení



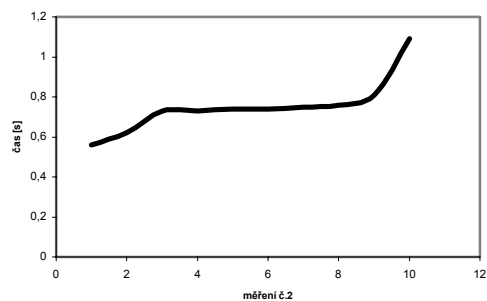
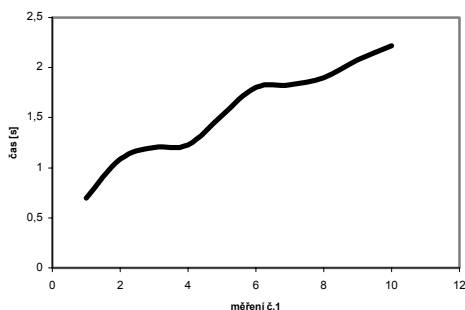
Normální rozdělení



Graf č.1 Rovnoměrné rozdělení

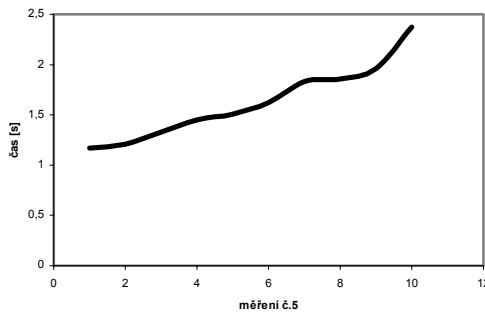
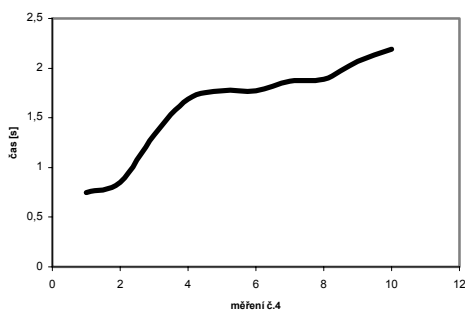
Graf č.2 Normální rozdělení

Grafy měření



Graf č.3 Měření č.1

Graf č.4 Měření č.2



Graf č. 5 Měření č.4

Graf č. 6 Měření č.5

Z grafů měření jednotlivých úkonů je patrné, že některé měřené jevy neodpovídají žádnému z klasických rozdělení, proto pro vyhodnocení měření nelze použít klasickou teorii chyb, aritmetický průměr a směrodatnou odchylku. Proto byla použita robustní metoda – metoda Mediánu.

Výsledkem zpracování je střední hodnota každého úkonu a interval spolehlivosti, ve kterém bude 95% všech časů.

4.4 SIMULACE ÚKONŮ

V návrhu nového postupu montáže se objeví úkony, které ve stávajícím uspořádání montáže nebyly, časy trvání těchto úkonů byly nasimulovány manipulací s obdobně rozměrnými a těžkými předměty na předpokládané vzdálenosti. Simulace byla provedena i u úkonů, které zůstávají stejné, ale které budou probíhat v rozdílných podmínkách, např. se výrazně změní poloha přípravků – zakládání probíhá na větší vzdálenosti po odlišných drahách.

Nejpřesněji je tyto časy možno zjistit teprve při konečné realizaci nového uspořádání montážní linky. V tabulce č.2 jsou uvedeny tyto činnosti, doba jejich trvání a způsob určení doby trvání.

Některé úkony byly odvozeny přímo z původní linky (časy lisování na karuselu), jiné simulovány a zpracovány metodou mediánu stejně jako měření časů na původní lince. Spouštění lisů bylo měřeno na jiné lince u stejných typů lisů jako bude použito při novém uspořádání linky, všechny časy spouštění se sobě blíží, předpokládá se stejný čas spouštění všech tří lisů.

4.5 TABULKY VÝSLEDKŮ

tabulka č.1 Časy úkonů měřené za provozu na stávající lince

č. úkonu	Popis jednotlivých úkonů	vypočtené hodnoty		
		střední hodnota	interval spolehlivosti	
1	založit kolík	1,66	1,52	1,80
2	založit most ložiska	0,74	0,74	0,74
3	založit rotor s větrákem	3,56	3,42	3,69
4	založit lož.na rotor,lož. do přípravku pro most ložiska	1,77	1,77	1,77
5	založit most ložiska	1,57	1,51	1,62
6	založit hoblovací hlavu	3,04	2,95	3,13
7	založit most ložiska na hoblovací hlavu	1,34	1,17	1,50
8	založit ložiskové víko	1,25	1,22	1,27
9	založit ložiska (2ks) a kuželové přípravky	3,14	3,05	3,22
10	nasadit na ložiskové víko pojistné kroužky (2 ks)	2,77	2,66	2,88
11	kuželové přípravky na karusel	0,80	0,77	0,83
12	vypolohovat stator do tělesa hoblíku	7,56	7,49	7,62
13	ustavit těleso hoblíku	2,42	2,23	2,60
14	vzít do ruky podložky (min.20ks)	2,59	2,57	2,60
15	a vložit na stator 2x pro kus -opakovat pro 10 pozic karuselu	3,82	3,77	3,87
16	vzít do ruky šrouby (min.20ks)	1,60	1,58	1,62
17	stator zajistit šrouby (2x) pro stroj -opakovat pro 10 pozic karuselu	5,16	5,04	5,27
18	do ložiskového víka nasunout rotor s větrákem	2,20	2,16	2,24
19	ručně našroubovat řemenici č.1 (doleva)	2,52	2,5	2,53
20	vložit do přípravku a řemenici dotáhnout ráčnou	4,44	4,37	4,50
21	těleso hoblíku založit do přípravku	1,23	1,22	1,23
22	přípojně vedení od statoru protáhnout tělesem hoblíku	1,71	1,70	1,72
23	hoblovací hlavu vložit do tělesa hoblíku	1,62	1,56	1,67
24	příšroubovat most 1. šroubem	2,34	2,30	2,37
25	vložit ochranný plech	0,96	0,93	0,98
26	nasadit pružinu	1,07	0,93	1,20
27	příšroubovat druhým šr. a zaháknout konec pružiny	2,13	2,00	2,26
28	vyzkoušet funkci ochranného plechu	0,73	0,66	0,8
29	do tělesa hoblíku nasadit vzduchovou vložku	0,87	0,81	0,93
30	nasadit příložku	1,71	1,6	1,82
31	sesadit ložiskové víko na těleso hoblíku	3,98	3,96	4,00
32	a sešroubovat čtyřmi šrouby	11,39	11,26	11,52
33	na hobl.hlavu našroubovat řemenici č.2 (doprava)	3,71	3,63	3,79
34	zablokovat hoblovací hlavu (přípravek)	1,18	1,13	1,23
35	a dotáhnout ráčnou	2,37	2,16	2,58
36	odložit do odkládacího skluzu	1,88	1,87	1,88
37	vyjmout těleso hoblíku ze závitovacího přípravku a usadit do montážní podložky	2,76	2,70	2,81
38	těleso hoblíku vložit do závitovacího přípravku	2,25	2,10	2,40
39	a zajistit zajišťovacím přípravkem	0,84	0,79	0,88
40	lehce namazat olejem	1,88	1,66	2,10
41	nasadit 2x závitovou vložku	6,11	5,96	6,26
42	spustit z. přípravek (dvouruční spouštění)	0,74	0,74	0,74
43	zašroubovat závitové vložky	10,00	10,00	10,00

44	protáhnout vývod od statoru cívky tacha tělesem hoblíku, na elektroniku zapojit konektory od statoru a cívky tacha dle schématu zapojení, elektroniku vložit do tělesa hoblíku, vývody od elektroniky protáhnout do prostoru spínače	18,37	18,33	18,4
45	příšroubovat příložku dvěma šrouby	3,97	3,91	4,02
46	do měřicího přípravku 2-46-24935 vložit hoblovací stůl	3,00	2,82	3,17
47	a nasadit na těleso hoblíku	1,85	1,68	2,02
48	příšroubovat 4x šroub dle pořadí	13,65	13,57	13,73
49	pomocí měřicího přípravku změřit rovnoběžnost hoblovacího stolu s hoblovací hlavou	1,25	1,08	1,41
50	těleso hoblíku vyjmout a založit do montážní podložky	4,05	3,87	4,22
51	do tělesa hoblíku nasadit uhlíkový držák (komplet)	3,64	3,61	3,66
52	k pohyblivému přívodu nasadit druhý uhlíkový držák (komplet) pomocí přípravku 200079	5,05	4,92	5,18
53	a zajistit šrouby - 2ks	6,83	6,73	6,93
54	na konektorové kolíky od statoru nasunout ploché dutinky od přípojných vedení (1ks) a plochou dutinku od elektroniky č.5, srovnat lanka do úchyty těl. hoblíku	29,02	28,57	29,47
55	těleso hoblíku upnout do přípravku a zapnout vystružení otvoru pro regulační stůl	4,82	4,62	5,01
56	vystružování otvorů (strojní čas)	20,00	20,00	20,00
57	smontovat o- kroužek, knoflík a kluzný kámen	6,27	6,26	6,27
58	boční doraz (komplet) po 20 kusech v krabici odložit do odkládacího skluzu	1,07	1,05	1,08
59	těleso hoblíku vyjmout ze stružicího přípravku	2,04	1,96	2,11
60	otvor profouknout vzduchovou pistolí	3,45	3,37	3,53
61	těleso hoblíku vložit do montážní podložky	3,03	2,9	3,15
62	závit regulačního členu namazat lehce tukem	2,17	2,03	2,31
63	na regulační člen našroubovat regulační kolo	3,32	3,08	3,56
64	na regulační kolo nasunout kroužek uložení	2,07	2,01	2,13
65	do tělesa hoblíku vložit úplnou regulaci úběru	3,03	3,01	3,05
66	a příšroubovat šroubem - 2ks	6,13	6,02	6,23
67	čep regulačního stolu lehce namazat mazacím tukem	2,84	2,76	2,91
68	regulační stůl nasunout do tělesa hoblíku	3,35	3,27	3,43
69	a zajistit šroubem, listovou pružinou a maticí	13,62	13,43	13,8
70	na těleso hoblíku přiložit příložku držadla	4,38	4,23	4,52
71	a stáhnout 2ks šroubů	4,73	4,23	5,22
72	na pohyblivý přívod navléknout návlačku	4,75	4,72	4,77
73	do spínače zapojit vývody od pohyblivého přívodu, vývody od elektroniky č.6 a č.1 a vývod od přípojného vedení dle schématu zapojení	14,24	13,97	14,51
74	přívod připevnit na těleso hoblíku příchytou kabelu a dvěma šrouby	8,08	7,6	8,56
75	urovnat vývody v držadle hoblíku	18,08	16,27	19,88
76	a odložit na další pracoviště	2,14	1,92	2,36
77	těleso hoblíku vložit do montážní podložky	1,47	1,26	1,67
78	do tělesa hoblíku nasunout kolík pomocí přípravku	4,17	4,15	4,18
79	na kolík nasunout podporu s pružinou, konce pružiny zasunout do tělesa hoblíku a podpory	5,54	5,23	5,85
80	přiložit kryt	4,40	4,38	4,41
81	a stáhnout 5xšroubem	16,83	16,35	17,31
82	vyzkoušet chod stroje	0,89	0,82	0,96
83	stroj vložit do druhého přípravku	2,22	2,14	2,3
84	na přípravek 27054 nasadit řemen	3,75	3,72	3,78

85	napnout řemen	1,54	1,52	1,56
86	nasadit na řemenice	3,37	3,32	3,42
87	zkontrolovat správné nasazení řemene	1,45	1,43	1,47
88	na ložiskové víko nasadit kryt řemene	2,37	2,27	2,47
89	a přišroubovat dvěma šrouby	7,82	7,8	7,84
90	do tělesa hoblíku zasunout imbusový klíč	1,53	1,52	1,54
91	a nalepit štítek	1,65	1,48	1,81
92	ustavit hoblík do dalšího přípravku	0,95	0,92	0,98
93	Kontrola přesahu nože vůči hoblovacímu stolu	13,97	13,73	14,21
94	srovnat regulační stůl do roviny s hoblovacím stolem	9,14	9,02	9,25
95	odložit přípravek, na regulační kolo nasadit víčko se stupnicí, stupnici nastavit na 0	5,29	5,06	5,52
96	a přišroubovat šroubem	5,24	4,93	5,54
97	spínač zaaretovat, vložit do boxu, box zavřít, zapnout	6,45	6,31	6,58
98	na pouzdro 444879 navléknout pružinu	1,29	1,25	1,33
99	držáky uhlíku ohnout do požadovaného tvaru po 5ks	12,39	12,07	12,7
100	do držáku uhlíku nasunout vedení	2,24	2,23	2,25
101	zabíhání stroje – během zabíhání se provádí pracovní kontrola a zkoušení dle předpisu	600,00	600,00	600,00
102	odzkoušet mechanické funkce stroje	15,26	14,37	16,15
103	hoblík otřít hadrem od nečistot	8,72	8,66	8,77
104	vložit hoblík do přípravku, provést kontrolu VN na dvou bodech	11,97	11,69	12,25
105	měření přesahu hoblovacího nože - vztaženo k boční hraně hoblovacího stolu	15,43	14,52	16,33
106	měření rovnoběžnosti hoblovacího nože - vztaženo k hoblovacímu stolu, měří se na čtyřech místech dle zkušebního předpisu	11,18	10,55	11,8
107	očistit hoblík v místě štítku	1,57	1,48	1,65
108	na hoblík nalepit typový štítek	3,01	2,89	3,12
109	na sací nástavec nasunout adaptér a nasunout do stroje	2,91	2,57	3,24
110	na těleso hoblíku a do garančního listu nalepit výkonový štítek dle výkresu	2,08	2,04	2,11
111	do návodu vložit seznam náhradních dílů, bezpečnostní pokyny, přehled servisních středisek a garanční list s nalepeným štítkem	3,58	3,48	3,68
112	kompletní návod vložit do sáčku	1,76	1,65	1,87
113	na boční doraz komplet namontovat knoflík a matice	7,12	7,05	7,18
114	uchopit systeiner	1,81	1,74	1,87
115	na systainer nalepit 2x nálepky dle výkresu	2,53	2,41	2,65
116	nalepit fólii do víka systeineru	2,55	2,48	2,61
117	do víka systeineru vložit plakát	2,02	1,72	2,32
118	do systeineru vložit vložku	1,14	1,12	1,16
119	vložit úplný boční doraz	1,66	1,62	1,69
120	vložit elektrický hoblík	5,29	5,21	5,37
121	vložit návod	2,96	2,65	3,27
122	systeiner uzavřít a odložit na paletu	2,96	2,64	3,28

tabulka č.2 Časy nových úkonů

úkon, popis zjištění času	čas [s]		
	střední hodnota	interval spolehlivosti	
spustit Lis 1 – válec V1A – dvouruční spouštění - měřeno na jiné lince s tímto typem lisu	0,97	0,84	1,10
lisování (strojní čas) - odvozeno z karuselu	6,00	6,00	6,00
spustit Lis 1 – válec V1B - dvouruční spouštění - měřeno na jiné lince s tímto typem lisu	0,97	0,84	1,10
lisování (strojní čas) - odvozeno z karuselu	6,00	6,00	6,00
založit most ložiska z Lisu 1 na hoblovací hlavu v Lisu 2 - simulováno	2,18	2,15	2,21
spustit Lis 2 – válce V2 ₁ a V2 ₂ současně - dvouruční spouštění - měřeno na jiné lince s tímto typem lisu	0,97	0,84	1,10
lisování (strojní čas) - odvozeno z karuselu	6,00	6,00	6,00
do ložiskového víka nasunout rotor s větrákem (rotor je v lisu 1 nalevo, víko je vpravo v lisu 2) - simulováno	2,16	2,13	2,18
zasunout výsuvný stůl - měřeno na jiné lince s tímto typem lisu s výsuvným stolem	1,29	1,24	1,33
spustit Lis 3 - dvouruční spouštění - měřeno na jiné lince s tímto typem lisu	0,97	0,84	1,10
lisování (strojní čas) - odvozeno z karuselu	5,00	5,00	5,00
vysunout výsuvný stůl - měřeno na jiné lince s tímto typem lisu s výsuvným stolem	1,25	1,23	1,26
hoblovací hlavu z Lisu 2 vložit do tělesa hoblíku - simulováno	1,79	1,56	2,01

5. Projektová část

5.1 TECHNOLOGICKÝ POSTUP

Stávající technologický postup montáže probíhá v první části na Pracovišti I – karuselu. V první fázi návrhu nového technologického postupu jde o nahrazení karuselu a toku 10 kusů montážním pracovištěm, popř. pracovišti typu U-linky, jako je tomu ve zbývajících částech stávající montážní linky.

Bylo provedeno měření časů lisování, při stávajícím uspořádání lisování probíhá současně se zakládáním, u nového uspořádání se bude lisovat postupně, pravděpodobně v několika lisech. Časy lisování byly změřeny na karuselu, kde se lisování provádí automaticky. Protože u nového uspořádání bude použito lisů stejného typu, pouze s ručním zakládáním a spouštěním, předpokládá se, že strojní časy budou shodné. Více lisů zde bude proto, že rozměry lisu na karuselu nejsou omezeny a lis může sdružovat všechny lisovací operace. Tento lis má sedm pneumatických válců. Při použití pracovního stolu je nutné lisování rozdělit do několika lisů podle používaných typů a podle rozměrů lisovaných součástí. Do technologického postupu přibudou časy na spouštění lisů, případně časy na přemístění montážních celků mezi jednotlivými lisy. Poznámky uvedené v návrhu technologického postupu se týkají bližší specifikace měření prováděných úkonů, vysvětlivky k těmto poznámkám jsou v příloze č.5

5.1.1 Předběžný návrh technologického postupu

Pořadí některých činností se může změnit, např. odkládání montážních celků na další pracoviště (označeny tučně). V návrhu technologického postupu byly ponechány ve sledu, v jakém probíhají u stávající linky. Konečné pořadí bude určeno při konečné volbě počtu pracovišť. Změna pořadí těchto činností nemá na postup montáže vliv. Simulované činnosti jsou v návrhu technologického postupu označeny **S**.

tabulka č.3 technologický postup

OP	úkon	popis operace	stroj	náradí
05	00 - 01	založit kolík	Lis 1	přípravek P1
	01 - 02	založit most ložiska - pozn. 1	Lis 1	přípravek P1
	02 - 03	založit rotor s větrákem - pozn. 2	Lis 1	přípravek P2
	03 - 04	spustit Lis 1 – válec V1A S	Lis 1	
	04 - 05	lisování (strojní čas) S	Lis 1	
	05 - 06	založit ložisko na rotor , založit ložisko do přípravku pro most ložiska - pozn. 3	Lis 1	přípravek P3
	06 - 07	založit most ložiska	Lis 1	přípravek P3
	07 - 08	spustit Lis 1 – válec V1B S	Lis 1	
	08 - 09	lisování (strojní čas) S	Lis 1	
	09 - 10	založit hoblovací hlavu	Lis 2	přípravek P4
	10 - 11	založit most ložiska z Lisu 1 na hoblovací hlavu v Lisu 2 S	Lis 2	přípravek P4
	11 - 12	založit ložiskové víko	Lis 2	přípravek P5
	12 - 13	založit 2ks ložisek na ložiskové víko + kuželové přípravky – 2ks	Lis 2	přípravek P5
	13 - 14	do kuželových přípravků vložit pojistné kroužky – 2ks	Lis 2	kuželové přípravky
	14 - 15	spustit Lis 2 S	Lis 2	
	15 - 16	lisování (strojní čas) S	Lis 2	
	16 – 17	vyjmout kuželové přípravky, odložit na pracovní stůl		přípravek S4
	17 – 18	do ložiskového víka nasunout rotor s větrákem S		
	18 – 19	ručně našroubovat řemenici č.1 (doleva) - pozn. 4		
	19 – 20	ložiskové víko vložit do montážního přípravku a řemenici dotáhnout ráčnou		přípravek S1
	20 – 21	vypolohovat stator do tělesa hoblíku		
	21 – 22	ustavit těleso hoblíku – stůl vysunut	Lis 3	přípravek P7
	22 – 23	zasunout výsuvný stůl S	Lis 3	
	23 – 24	spustit Lis 3 S	Lis 3	
	24 – 25	lisování (strojní čas) S	Lis 3	
	25 – 26	vysunout výsuvný stůl S	Lis 3	
	26 – 27	vzít do ruky podložky – 2ks		
	27 – 28	podložky vložit na stator		

05	28 – 29	vzít do ruky šrouby - 2ks		
	29 – 30	stator zajistit šrouby		elektrický šroubovák
	30 – 31	těleso hoblíku vyjmout z výsuvného stolu Lisu 3 a založit do montážního přípravku		přípravek S2
	31 – 32	přípojně vedení od statoru protáhnout tělesem hoblíku		
	32 – 33	hoblovací hlavu z Lisu 2 vložit do tělesa hoblíku S		
	33 – 34	přišroubovat most 1. šroubem		elektrický šroubovák
	34 – 35	vložit ochranný plech		
	35 – 36	nasadit pružinu		
	36 – 37	přišroubovat druhým šroubem a zaháknout konec pružiny		elektrický šroubovák
	37 – 38	vyzkoušet funkci ochranného plechu		
	38 – 39	do tělesa hoblíku nasadit vzduchovou vložku		
	39 – 40	do tělesa nasadit příložku		
	40 – 41	sesadit ložiskové víko na těleso		
	41 – 42	a sešroubovat čtyřmi šrouby		elektrický šroubovák
	42 – 43	na hoblovací hlavu našroubovat řemenici č.2 (doprava)		
	43 – 44	zablokovat hoblovací hlavu		přípravek S3
	44 – 45	řemenici dotáhnout		montážní klíč (ráčna)
10	45 – 46	odložit na další pracoviště		
	46 – 47	vyjmout těleso hoblíku z přípravku pro závitové vložky a usadit do montážní podložky		přípravek 27678
	47 – 48	těleso hoblíku vložit do přípravku pro závitové vložky - pozn. 5		přípravek 26754
	48 – 49	a zajistit zajišťovacím přípravkem		přípravek 3-20-769
	49 – 50	lehce namazat olejem		
	50 – 51	nasadit závitové vložky – 2ks		
	51 – 52	spustit závitování přípravek (dvouruční spouštění)	závitovací stroj	
	52 – 53	zašroubovat závitové vložky	závitovací stroj	
	53 – 54	protáhnout vývod od statoru a vývod od cívky tacha tělesem hoblíku, na elektroniku zapojit konektory od statoru a cívky tacha, elektroniku vložit do tělesa hoblíku vývody od elektroniky protáhnout do prostoru spínače – pozn. 6		
	54 – 55	přišroubovat příložku dvěma kusy šroubů		elektrický šroubovák
	55 – 56	do měřicího přípravku vložit hoblovací stůl		přípravek 2-46-24935
	56 – 57	a nasadit na těleso hoblíku		
	57 – 58	přišroubovat 4x šroub dle pořadí		elektrický šroubovák
	58 – 59	pomocí měřicího přípravku změřit rovnoběžnost hoblovacího stolu s hoblovací hlavou		přípravek 2-46-24935
	59 – 60	těleso hoblíku vyjmout a založit do montážní podložky – pozn. 7		přípravek 27715

10	60 – 61	do tělesa hoblíku nasadit uhlíkový držák (komplet)		
	61 – 62	k pohyblivému přívodu nasadit druhý uhlíkový držák (komplet) pomocí přípravku		přípravek 200079
	62 – 63	a zajistit šrouby - 2ks		elektrický šroubovák
	63 – 64	na konektorové kolíky od statoru nasunout ploché dutinky od přípojných vedení - 1ks a plochou dutinku od elektroniky č.5, srovnat lanka do úchytu tělesa hoblíku		
	64 – 65	těleso hoblíku upnout do přípravku a zapnout vystružení otvoru pro regulační stůl	vystružovací stroj	vystružovací přípravek
	65 – 66	vystružování otvorů (strojní čas)	vystružovací stroj	
	66 – 67	smontovat O- kroužek, knoflík a kluzný kámen		přípravek 27919
	67 – 68	boční doraz (komplet) po 20 kusech v krabici odložit do odkládacího skluzu – pozn. 8		
15	68 – 69	těleso hoblíku vyjmout ze stružícího přípravku		vystružovací přípravek
	69 – 70	otvor profouknout vzduchovou pistolí – pozn. 9		vzduchová pistole
	70 – 71	těleso hoblíku vložit do montážní podložky		přípravek 3-20-773
	71 – 72	závit regulačního členu namazat lehce tukem		
	72 – 73	na regulační člen našroubovat regulační kolo		
	73 – 74	na regulační kolo nasunout kroužek uložení		
	74 – 75	do tělesa hoblíku vložit úplnou regulaci úběru		
	75 – 76	a přišroubovat šroubem - 2ks		elektrický šroubovák
	76 – 77	čep regulačního stolu lehce namazat mazacím tukem		
	77 – 78	regulační stůl nasunout do tělesa hoblíku		
	78 – 79	a zajistit šroubem, listovou pružinou a maticí		komunální přípravek
	79 – 80	na těleso hoblíku přiložit přílošku držadla		
	80 - 81	a stáhnout 2ks šroubů		elektrický šroubovák
	81 - 82	na pohyblivý přívod navléknout návlačku		
	82 - 83	do spínače zapojit vývody od pohyblivého přívodu, vývody od elektroniky a vývod od přípojného vedení		
	83 - 84	přívod připevnit na těleso hoblíku přichytkou kabelu a 2ks šroubů – 1. šroub zašroubovat do poloviny, zašroubovat 2.šroub a dotáhnout 1. šroub		elektrický šroubovák
20	84 - 85	urovnat vývody v držadle hoblíku		
	85 - 86	odložit na další pracoviště		
	86 - 87	těleso hoblíku vložit do montážní podložky		přípravek 26814
	87 - 88	do tělesa hoblíku nasunout kolík pomocí přípravku		přípravek 27053
	88 - 89	na kolík nasunout podporu s pružinou, konce pružiny zasunout do tělesa hoblíku a podpory		
	89 - 90	přiložit kryt		
	90 - 91	stáhnout 5x šroubem - první šroub zašroubovat u pohyblivého přívodu		elektrický šroubovák
	91 - 92	vyzkoušet chod stroje (zapojení do el. sítě)		

20	92 - 93	stroj vložit do druhého přípravku		montážní přípravek
	93 - 94	na přípravek nasadit řemen		přípravek 27054
	94 - 95	napnout řemen		
	95 - 96	nasadit na řemenice		
	96 - 97	zkontrolovat správné nasazení řemene		
	97 - 98	na ložiskové víko nasadit kryt řemene		
	98 - 99	a přišroubovat dvěma šrouby		elektrický šroubovák
	99 - 100	do tělesa hoblíku zasunout imbusový klíč		
	100 - 101	a nalepit štítek		
	101 - 102	ustavit hoblík do dalšího přípravku		přípravek 26262
	102 - 103	kontrola přesahu nože vůči hoblovacímu stolu - měřit na obou koncích nože		mikrometr
	103 - 104	srovnat regulační stůl do roviny s hoblovacím stolem		přípravek 26262
	104 - 105	odložit přípravek, na regulační kolo nasadit víčko se stupnicí, stupnici nastavit na 0		
	105 - 106	a přišroubovat šroubem		elektrický šroubovák
	106 - 107	spínač zaaretovat, vložit do boxu, box zavřít a zapnout	zabíhací box	
	107 - 108	na pouzdro navléknout pružinu		
	108 - 109	držáky uhlíku ohnout do požadovaného tvaru dle výkresu po 5ks		ohýbací přípravek
	109 - 110	do držáku uhlíku nasunout vedení – pozn. 8		
25	110 - 111	zabíhání stroje – během zabíhání se provádí pracovní kontrola - pozn. 10	zabíhací box	
	111 - 112	odzkoušet mechanické funkce stroje - pozn. 11		
	112 - 113	hoblík otřít hadrem od nečistot		
	113 - 114	vložit hoblík do přípravku, provést kontrolu VN na dvou bodech (šroub a víko ložiska)		přípravek 25754
	114 - 115	měření přesahu hoblovacího nože - vztaženo k boční hraně hoblovacího stolu		kontrolní přípravek 3*2455
	115 - 116	měření rovnoběžnosti hoblovacího nože - vztaženo k hoblovacímu stolu		kontrolní přípravek 26252
	116 - 117	očistit hoblík v místě štítku		
	117 - 118	na hoblík nalepit typový štítek		
	118 - 119	na sací nástavec nasunout adaptér a nasunout do stroje		
	119 - 120	na těleso h a do garančního listu nalepit výkonový štítek		
	120 - 121	do návodu vložit seznam náhr.dílů, bezp.pokyny, přehled servisních středisek a garanční list s nalepeným štítkem		
	121 - 122	kompletní návod vložit do sáčku		
	122 - 123	na boční doraz komplet namontovat knoflík a matice		
	123 - 124	uchopit systeiner		
	124 - 125	na systeiner nalepit nálepky – 2ks dle výkresu		
	125 - 126	nalepit fólii do víka systeineru		
	126 - 127	do víka systeineru vložit plakát		
	127 - 128	do systeineru vložit vložku		
	128 - 129	vložit úplný boční doraz		
	129 - 130	vložit elektrický hoblík		
	130 - 131	vložit návod		
	131 - 132	systeiner uzavřít a odložit na paletu		

5.1.2 Návrh nového rozmístění lisovacích přípravků

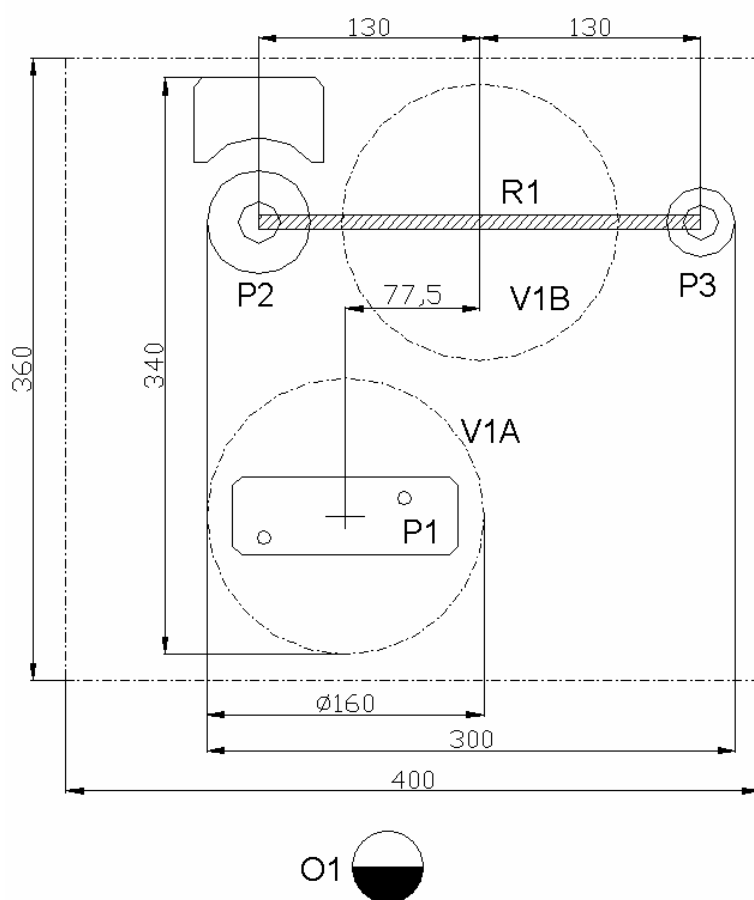
Při návrhu typů a počtu lisů je volba omezena vnějšími rozměry zakládancích součástí, popř. vnějšími rozměry přípravků. Je nutné zachovat co nejvíce manipulační prostor u lisů – dostatečná výška lisu a potřebný prostor pro zakládání součástí i jejich vyjímání. Další omezení je v rozměrech pneumatických válců, na jeden lis je možno umístit max. dva válce.

Je zde snaha použít typy lisů, hlavně pneumatické válce, které se už ve firmě Narex používají, aby náklady na novou linku byly co nejmenší.

Vnější rozměry lisů byly změřeny přímo v závodě na linkách, kde se sestavují výrobky podobného účelu a rozměrů. Lisovací síly se budou lišit pouze v rozsahu nastavení pneumatických válců.

Podle pořadí lisování a podle rozměrů zakládacích přípravků a vkládaných součástí bylo navrženo nové rozmístění přípravků do tří lisů.

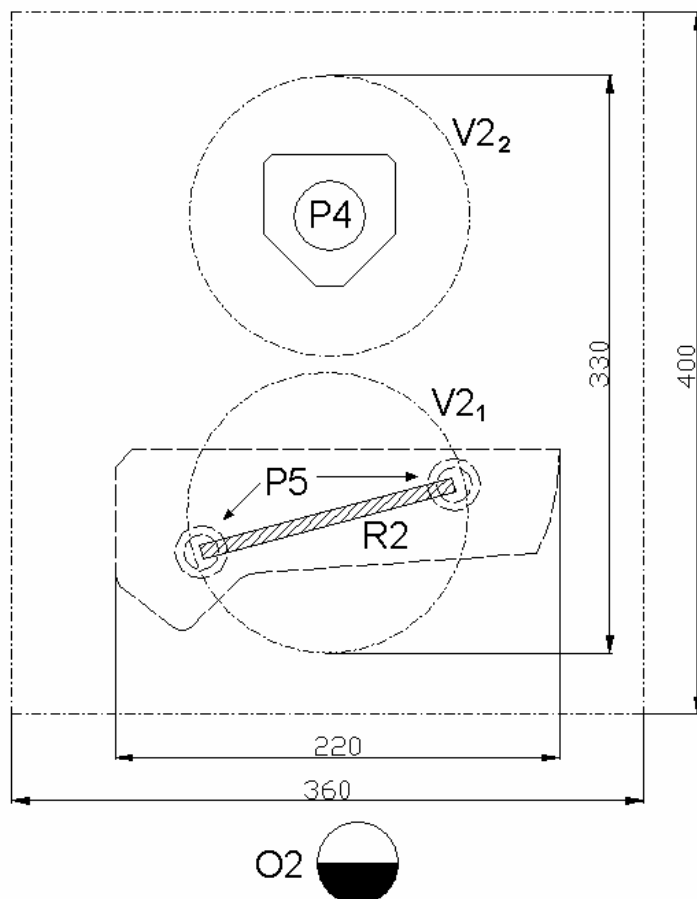
Rozmístění přípravků, vnější rozměry válců a potřebné vnitřní rozměry lisů jsou na obrázcích 15, 16 a 17.



- P1 - zakládání mostu ložiska
- P2 - zakládání rotoru s větrákem
- P3 - zakládání ložiska a mostu
- V1A - pneumatický válec – 1.cyklos
- V1B - pneumatický válec – 2.cyklos
- R1 - rozdvojka na válci V1B
- O1 - orientace obsluhy k lisu 1

Obrázek č.15 Lis 1 – návrh uspořádání (typ 3-27167-1-41)

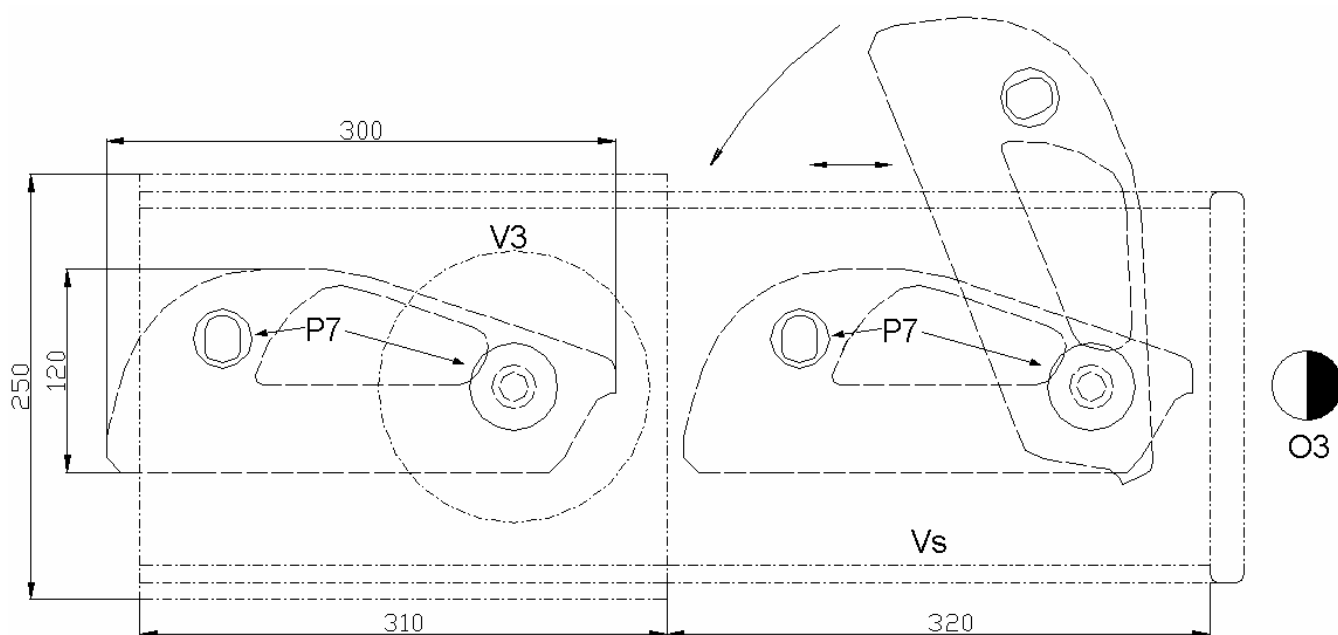
V lisu 1 se ve fázi 1A lisuje kolík do mostu ložiska. Pneumatický válec V1A je vpředu a má jednu osu lisování. Ve fázi 1B se lisují ložiska do rotoru s větrákem a do mostu ložiska. Válec V1B je zde vybaven rozdvojkou R1 – lisuje se ve dvou osách. V lisu 1 se tedy lisuje dvakrát po sobě, je potřeba ho vybavit dvojitým spouštěním.



- P4 - zakládání hoblovací hlavy
- P5 - zakládání ložiskového víka
- V2₁ - 1. pneumatický válec
- V2₂ - 2. pneumatický válec
- R2 - rozdvojka na válci V2₁
- O2 - orientace obsluhy k lisu 2

Obrázek č.16 Lis 2 – návrh uspořádání (typ 3-27167-1-41)

V lisu 2 se lisují ložiska do ložiskového víka a most ložiska do hoblovací hlavy. Oba válce se spouští současně, válec v předu V2₁ je vybaven rozdvojkou. Lis 2 je stejného typu jako lis 1.



P7 - zakládání tělesa hoblíku

Vs - výsuvný stůl

V3 - pneumatický válec lisu 3

O3 - orientace obsluhy k lisu 3

Obrázek č.17 Lis 3 – návrh uspořádání (typ 25824-2-41)

V lisu 3 se lisuje stator do tělesa hoblíku. Při polohování statoru do tělesa a následném ustavování tělesa do přípravku P7 je potřebný větší manipulační prostor, obsluha nejprve nasadí do přípravku část tělesa se statorem a pak pootočením ustaví těleso do správné polohy, následně ustaví druhý konec tělesa. Proto byl zvolen lis s výsuvným stolem, směr natáčení tělesa hoblíku při ustavování a směr zasouvání stolu je vyznačen na obrázku 17. Vnější rozměry tělesa hoblíku nepřesahují rozměry lisu ani výsuvného stolu, pouze kvůli poloze válce V3 přesahuje těleso po zasunutí stolu vnější rozměr lisu 3. Lis je na zadním konci otevřený a těleso vyčnívá jen nepatrně.

5.2 SLED ČINNOSTÍ, ČAS MONTÁŽE

5.2.1 Tabulka časů

Zpracované výsledky měření byly zapsány do tabulky č.4 takovou formou, aby byla zřejmá průměrná doba jednotlivých činností a časová návaznost činností s přihlédnutím k časovému rozsahu u každé činnosti. Data z tabulky poslouží k sestavení síťového grafu.

Souběžné činnosti (vystružování otvorů, závitování, zabíhání montážního celku v zabíhacím boxu) jsou časy, během kterých obsluha pracuje. V tabulce jsou u těchto činností pouze průměrné časy trvání činnosti.

tabulka č.4

Činnost mezi stavy	Délka trvání činnosti	Nejdříve možný začátek	Nejdříve možný konec	Nejpozději možný začátek	Nejpozději možný konec
00 - 01	1,66	0,00	1,52	0,00	1,80
01 - 02	0,74	1,52	2,26	1,80	2,54
02 - 03	3,56	2,26	5,68	2,54	6,23
03 - 04	0,97	5,68	6,52	6,23	7,33
04 - 05	6,00	6,52	12,52	7,33	13,33
05 - 06	1,77	12,52	14,29	13,33	15,10
06 - 07	1,57	14,29	15,80	15,10	16,72
07 - 08	0,97	15,80	16,64	16,72	17,82
08 - 09	6,00	16,64	22,64	17,82	23,82
09 - 10	3,04	22,64	25,59	23,82	26,95
10 - 11	2,18	25,59	27,74	26,95	29,16
11 - 12	1,25	27,74	28,96	29,16	30,43
12 - 13	3,14	28,96	32,01	30,43	33,65
13 - 14	2,77	32,01	34,67	33,65	36,53
14 - 15	0,97	34,67	35,51	36,53	37,63
15 - 16	6,00	35,51	41,51	37,63	43,63
16 - 17	0,80	41,51	42,28	43,63	44,46
17 - 18	2,16	42,28	44,41	44,46	46,64
18 - 19	2,52	44,41	46,91	46,64	49,17
19 - 20	4,44	46,91	51,28	49,17	53,67
20 - 21	7,56	51,28	58,77	53,67	61,29
21 - 22	2,42	58,77	61,00	61,29	63,89
22 - 23	1,29	61,00	62,24	63,89	65,22
23 - 24	0,97	62,24	63,08	65,22	66,32
24 - 25	5,00	63,08	68,08	66,32	71,32
25 - 26	1,25	68,08	69,31	71,32	72,58
26 - 27	2,59	69,31	71,88	72,58	75,18
27 - 28	3,82	71,88	75,65	75,18	79,05
28 - 29	1,60	75,65	77,23	79,05	80,67
29 - 30	5,16	77,23	82,27	80,67	85,94
30 - 31	1,23	82,27	83,49	85,94	87,17
31 - 32	1,71	83,49	85,19	87,17	88,89
32 - 33	1,79	85,19	86,75	88,89	90,90
33 - 34	2,34	86,75	89,05	90,90	93,27

pokračování tabulky č.4

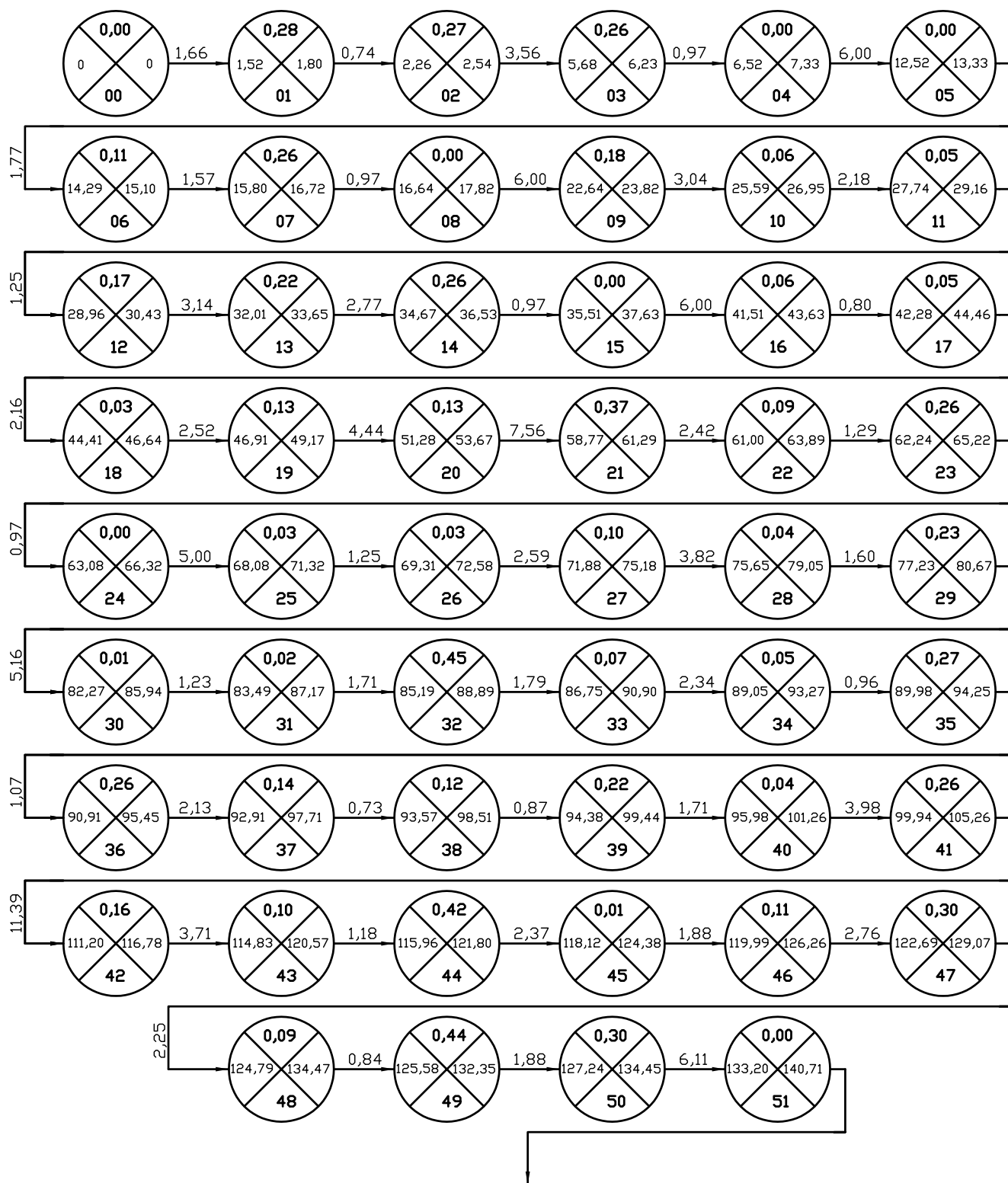
34 – 35	0,96	89,05	89,98	93,27	94,25
35 – 36	1,07	89,98	90,91	94,25	95,45
36 – 37	2,13	90,91	92,91	95,45	97,71
37 – 38	0,73	92,91	93,57	97,71	98,51
38 – 39	0,87	93,57	94,38	98,51	99,44
39 – 40	1,71	94,38	95,98	99,44	101,26
40 – 41	3,98	95,98	99,94	101,26	105,26
41 – 42	11,39	99,94	111,20	105,26	116,78
42 – 43	3,71	111,20	114,83	116,78	120,57
43 – 44	1,18	114,83	115,96	120,57	121,80
44 – 45	2,37	115,96	118,12	121,80	124,38
45 – 46	1,88	118,12	119,99	124,38	126,26
46 – 47	2,76	119,99	122,69	126,26	129,07
47 – 48	2,25	122,69	124,79	129,07	131,47
48 – 49	0,84	124,79	125,58	131,47	132,35
49 – 50	1,88	125,58	127,24	132,35	134,45
50 – 51	6,11	127,24	133,20	134,45	140,71
51 – 52	0,74	133,20	133,94	140,71	141,45
52 – 53	10,00	-	-	-	-
52 – 54	18,37	133,94	152,27	141,45	159,85
54 – 55	3,97	152,27	156,18	159,85	163,87
55 – 56	3,00	156,18	159,00	163,87	167,04
56 – 57	1,85	159,00	160,68	167,04	169,06
57 – 58	13,65	160,68	174,25	169,06	182,79
58 – 59	1,25	174,25	175,33	182,79	184,20
59 – 60	4,05	175,33	179,20	184,20	188,42
60 – 61	3,64	179,20	182,81	188,42	192,08
61 – 62	5,05	182,81	187,73	192,08	197,26
62 – 63	6,83	187,73	194,46	197,26	204,19
63 – 64	29,02	194,46	223,03	204,19	233,66
64 – 65	4,82	223,03	227,65	233,66	238,67
65 – 66	20,00	-	-	-	-
65 – 67	6,27	227,65	233,91	238,67	244,94
67 – 68	1,07	233,91	234,96	244,94	246,02
68 – 69	2,04	234,96	236,92	246,02	248,13
69 – 70	3,45	236,92	240,29	248,13	251,66
70 – 71	3,03	240,29	243,19	251,66	254,81
71 – 72	2,17	243,19	245,22	254,81	257,12
72 – 73	3,32	245,22	248,30	257,12	260,68
73 – 74	2,07	248,30	250,31	260,68	262,81
74 – 75	3,03	250,31	253,32	262,81	265,86
75 – 76	6,13	253,32	259,34	265,86	272,09
76 – 77	2,84	259,34	262,10	272,09	275,00
77 – 78	3,35	262,10	265,37	275,00	278,43
78 – 79	13,62	265,37	278,80	278,43	292,23
79 – 80	4,38	278,80	283,03	292,23	296,75
80 – 81	4,73	283,03	287,26	296,75	301,97
81 – 82	4,75	287,26	291,98	301,97	306,74
82 – 83	14,24	291,98	305,95	306,74	321,25
83 – 84	8,08	305,95	313,55	321,25	329,81
84 – 85	18,08	313,55	329,82	329,81	349,69
85 – 86	2,14	329,82	331,74	349,69	352,05
86 – 87	1,47	331,74	333,00	352,05	353,72
87 – 88	4,17	333,00	337,15	353,72	357,90
88 – 89	5,54	337,15	342,38	357,90	363,75
89 – 90	4,40	342,38	346,76	363,75	368,16

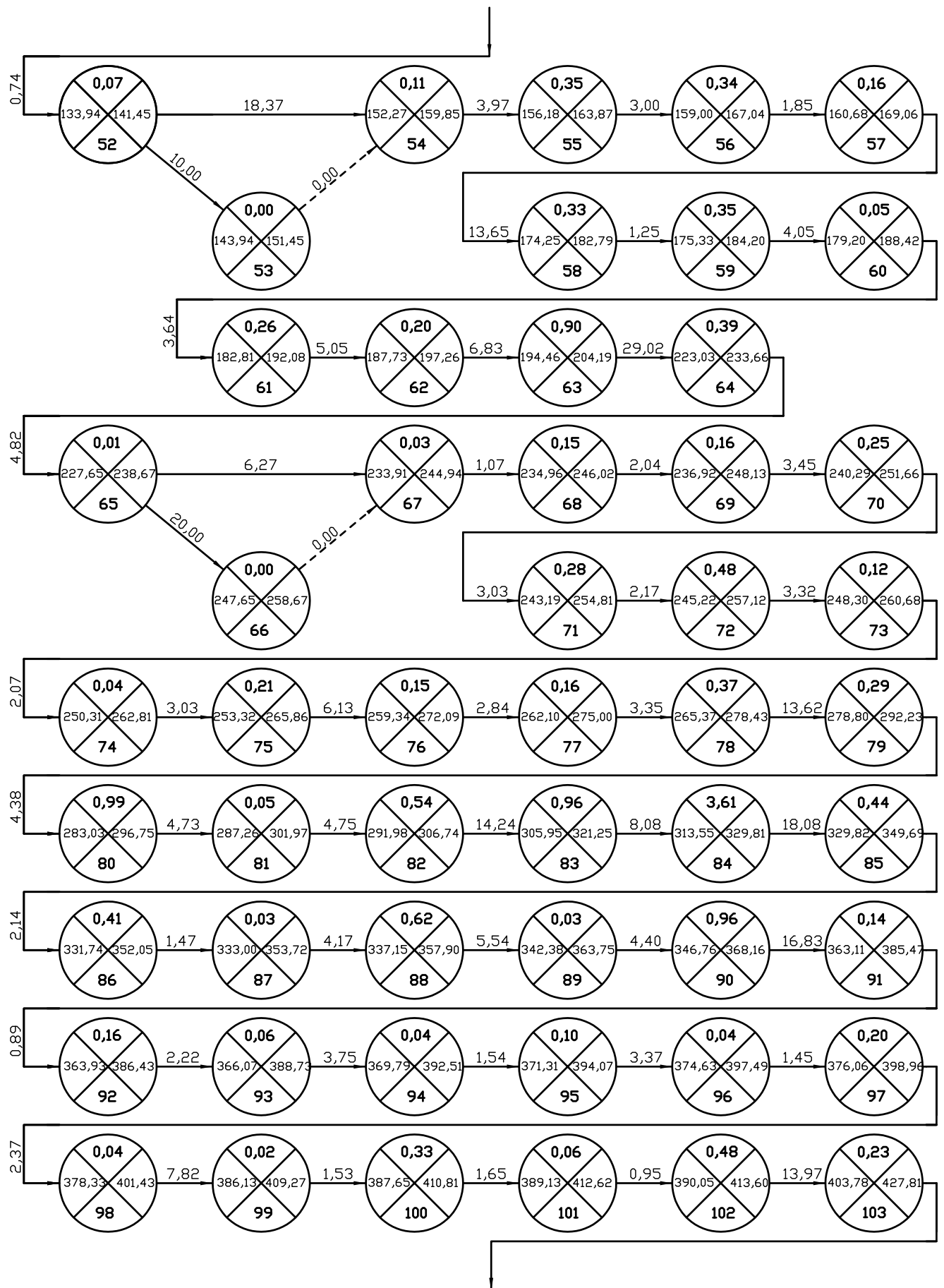
pokračování tabulky č.4

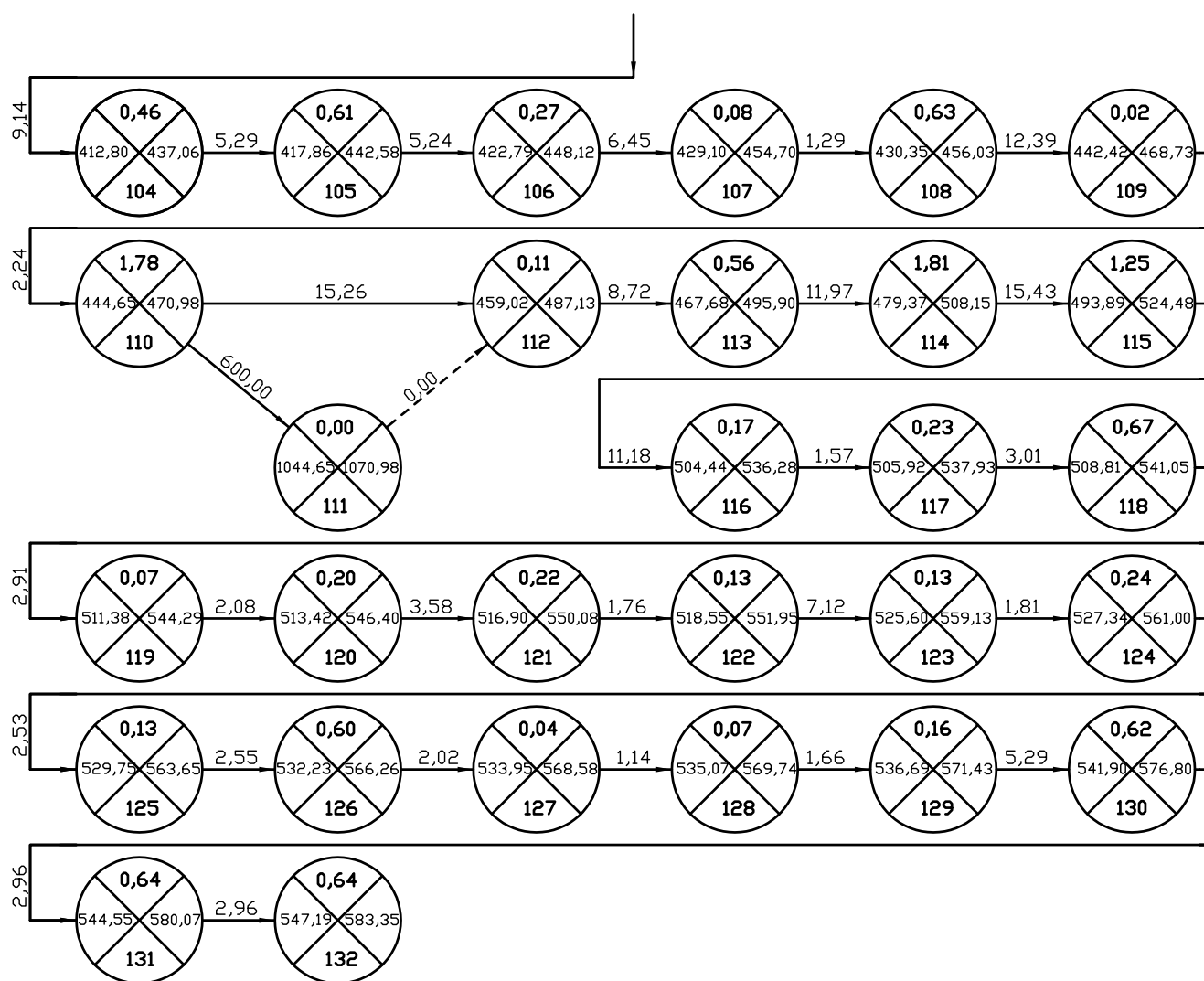
90 - 91	16,83	346,76	363,11	368,16	385,47
91 - 92	0,89	363,11	363,93	385,47	386,43
92 - 93	2,22	363,93	366,07	386,43	388,73
93 - 94	3,75	366,07	369,79	388,73	392,51
94 - 95	1,54	369,79	371,31	392,51	394,07
95 - 96	3,37	371,31	374,63	394,07	397,49
96 - 97	1,45	374,63	376,06	397,49	398,96
97 - 98	2,37	376,06	378,33	398,96	401,43
98 - 99	7,82	378,33	386,13	401,43	409,27
99 - 100	1,53	386,13	387,65	409,27	410,81
100 - 101	1,65	387,65	389,13	410,81	412,62
101 - 102	0,95	389,13	390,05	412,62	413,60
102 - 103	13,97	390,05	403,78	413,60	427,81
103 - 104	9,14	403,78	412,80	427,81	437,06
104 - 105	5,29	412,80	417,86	437,06	442,58
105 - 106	5,24	417,86	422,79	442,58	448,12
106 - 107	6,45	422,79	429,10	448,12	454,70
107 - 108	1,29	429,10	430,35	454,70	456,03
108 - 109	12,39	430,35	442,42	456,03	468,73
109 - 110	2,24	442,42	444,65	468,73	470,98
110 - 111	600,00	-	-	-	-
110 - 112	15,26	444,65	459,02	470,98	487,13
112 - 113	8,72	459,02	467,68	487,13	495,90
113 - 114	11,97	467,68	479,37	495,90	508,15
114 - 115	15,43	479,37	493,89	508,15	524,48
115 - 116	11,18	493,89	504,44	524,48	536,28
116 - 117	1,57	504,44	505,92	536,28	537,93
117 - 118	3,01	505,92	508,81	537,93	541,05
118 - 119	2,91	508,81	511,38	541,05	544,29
119 - 120	2,08	511,38	513,42	544,29	546,40
120 - 121	3,58	513,42	516,90	546,40	550,08
121 - 122	1,76	516,90	518,55	550,08	551,95
122 - 123	7,12	518,55	525,60	551,95	559,13
123 - 124	1,81	525,60	527,34	559,13	561,00
124 - 125	2,53	527,34	529,75	561,00	563,65
125 - 126	2,55	529,75	532,23	563,65	566,26
126 - 127	2,02	532,23	533,95	566,26	568,58
127 - 128	1,14	533,95	535,07	568,58	569,74
128 - 129	1,66	535,07	536,69	569,74	571,43
129 - 130	5,29	536,69	541,90	571,43	576,80
130 - 131	2,96	541,90	544,55	576,80	580,07
131 - 132	2,96	544,55	547,19	580,07	583,35

5.2.2 Síťový graf

Údaje z tabulky č. 4 byly použity k sestavení síťového grafu, kde se stanoví pořadí montážních činností, časové rezervy mezi činnostmi a celková doba montáže nejkratší možná a nejdelší přípustná.







Graf č. 7 - síťový graf montáže

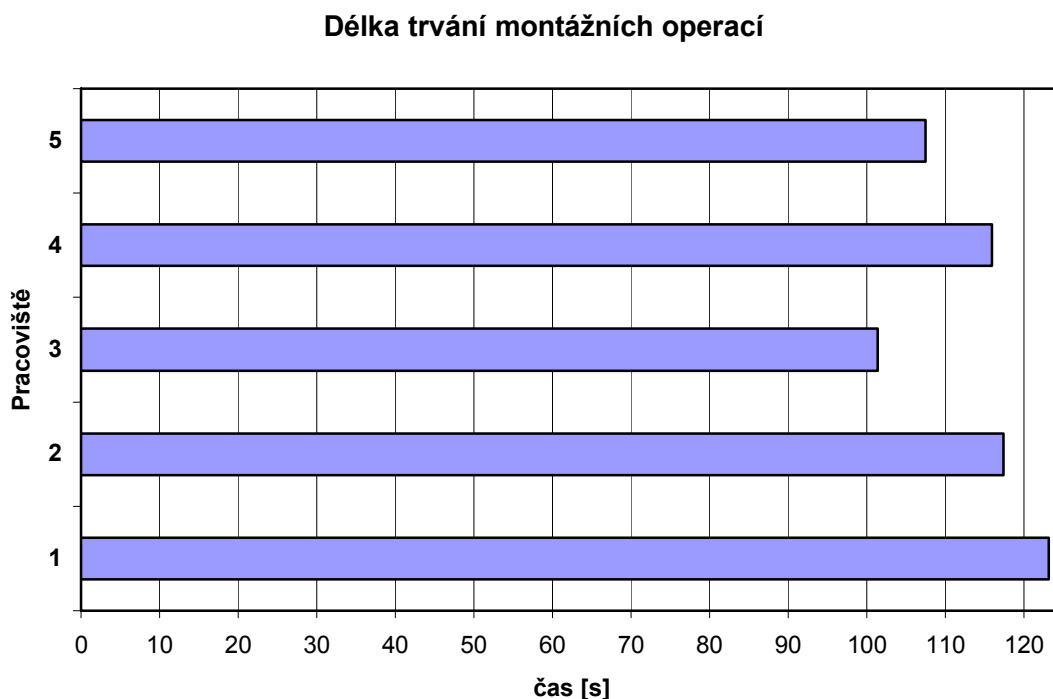
5.3 NÁVRH VARIANT USPOŘÁDÁNÍ MONTÁŽE

5.3.1 Varianta I

V první variantě uspořádání je namísto karuselu použit obdobný pracovní stůl s kanbanovými zásobníky, tak jako je to u zbývajících částí linky, uspořádání zbývajících pracovišť a rozmístění zásob je stejné jako u původní linky.

Ze síťového grafu byly odečten doby trvání montážních operací na jednotlivých pracovištích, čas montáže prvního celku – čas při náběhu linky, střední a nejdelší čas montáže celku po náběhu linky.

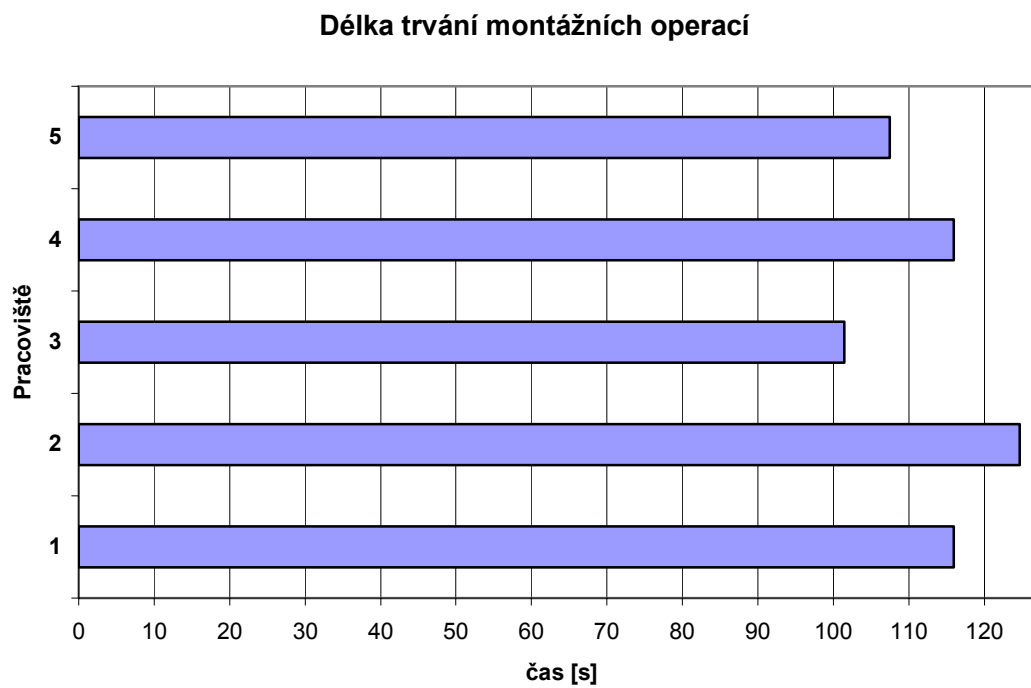
Z časů trvání operací na jednotlivých pracovištích byl sestaven graf doby trvání montážních pracovišť, ze kterého je patrná časová návaznost pracovišť. Snahou je co nejrovnoměrnější rozložení činností tak, aby doba trvání montáže na všech pracovištích si byla co nejbližší.



Graf č.8 Délka trvání montážních operací – Varianta I

Nejdelší je doba trvání operací na prvním pracovišti, nejkratší na pracovišti třetím. Největší časový rozdíl je mezi prvním a třetím pracovištěm – 21,77 s.

Přemístěním operací v technologickém postupu se docílí vhodnější doby trvání montáže na prvním pracovišti. V tomto případě bude obsluha prvního pracoviště končit montáží ložiskového víka a tělesa, obsluha druhého pracoviště začíná montáží řemenice č. 2.

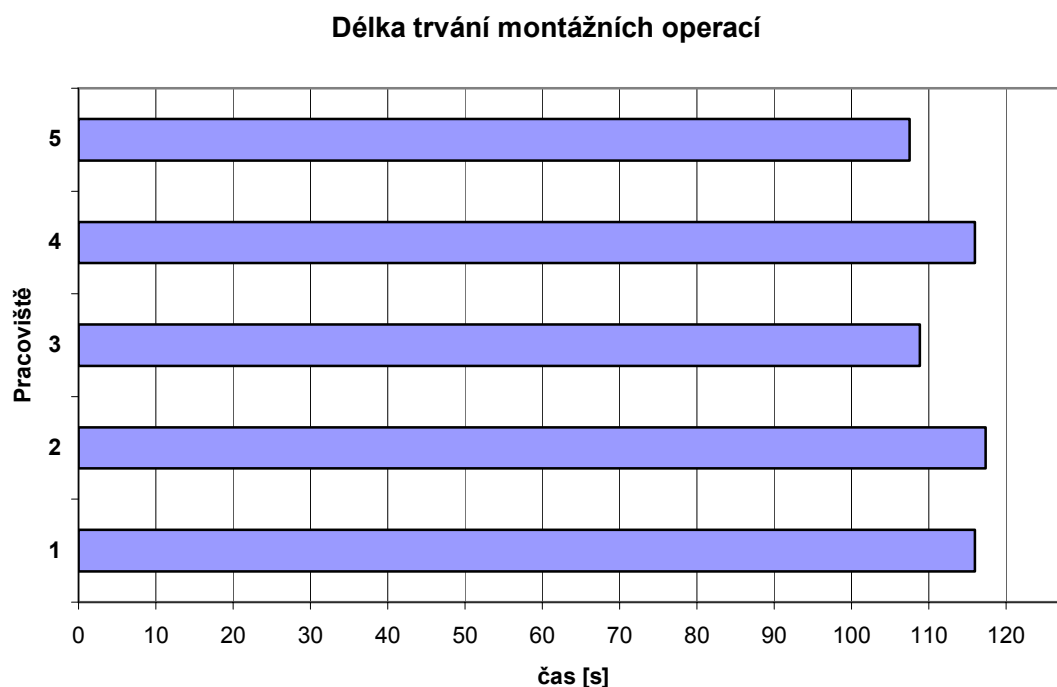


Graf č.9 Délka trvání montážních operací – Varianta Ia

Na druhém a čtvrtém pracovišti se provádějí činnosti, jejichž pořadí nemá na montážní postup vliv, lze je přesunout na jiné pracoviště a tím zrovnoměnit rozložení činností. Je to montování bočního dorazu a uhlíkových držáků.

- čas montáže bočního dorazu (1ks) – 7,34s
- čas montáže uhlíkových držáků – 15,92s

Přesunutím montáže bočního dorazu ze druhého pracoviště na třetí dojde k novému uspořádání činností – Varianta I b.



Graf č.10 Délka trvání montážních operací – Varianta Ib

Největší časový rozdíl je nyní mezi druhým a třetím pracovištěm – 8,55s, montáž uhlíkových držáků zůstává na původním pracovišti, další optimalizace rozmístění činností na pracovištích z časového hlediska není potřebná.

Maximální časová prodleva, tj. součet max. časových rozdílů montáže na jednotlivých pracovištích, je 25,55s. Doba náběhu linky je 1165,56s, u původního uspořádání 1910,05s.

Počet normovaných hodin na výrobu 100ks montážního celku:

$$Nh = \frac{T \cdot 105}{3600} \quad (5)$$

T - doba montáže 1ks hoblíku

Nh₁ - čas výroby 100ks hoblíku na staré lince

Nh₂ - čas výroby 100ks hoblíku na nové lince

$$Nh_1 = \frac{675,17 \cdot 105}{3600} = 19,70 \quad [h]$$

$$Nh_1 = \frac{565,56 \cdot 105}{3600} = 16,50 \quad [h]$$

Zvýšení produktivity:

$$P = 100 - \frac{Nh_2 \cdot 100}{Nh_1} = 100 - \frac{16,50 \cdot 100}{19,70} = 16,26 \quad [\%] \quad (6)$$

Doba montáže hoblíku po náběhu linky je nyní 565,56s, původně 675,17s.

Zvýšení produktivity je po náběhu linky 16,26%.

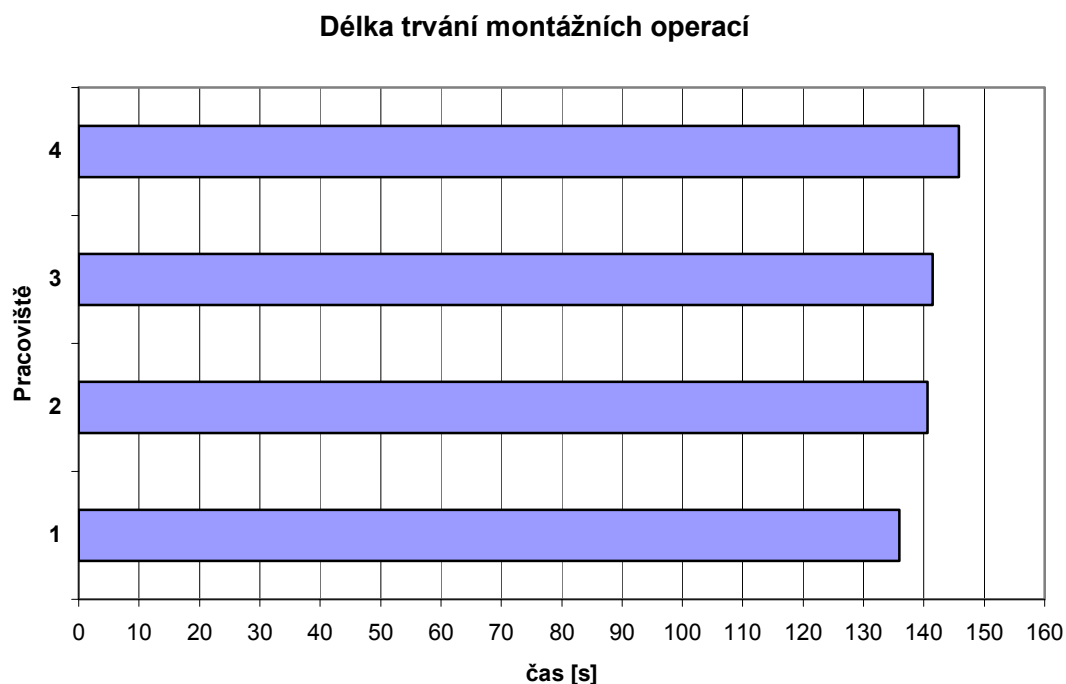
tabulka č.5 Změny v technologickém postupu varianty Ib

operace	úkon	popis úkonu
05	40 – 41	sesadit ložiskové víko na těleso
	41 – 42	a sešroubovat čtyřmi šrouby
	42 – 43	odložit na další pracoviště
10	43 – 44	na hoblovací hlavu našroubovat řemenici č.2 (doprava)
	44 – 45	zablokovat hoblovací hlavu – přípravek S3
	45 – 46	řemenici dotáhnout ráčnou (ponechat v přípravku S3)
	46 – 47	vyjmout těleso hobl.z přípravku pro závitové vložky a usadit do mont.podložky
	47 – 48	těleso hoblíku vložit z přípravku S3 do přípravku pro závitové vložky

V praxi se přemístí zásoby řemenice č.2 a přípravek S3 z Pracoviště I na Pracoviště II.

5.3.2 Varianta II

V následující variantě bylo použito čtyř pracovišť. Rozložení činností z hlediska času je zde rovnoměrnější, viz graf č. 11, technologický postup umožňuje takto rozčlenit montáž na čtyři části.



Graf č.11 - Délka trvání montážních operací – Varianta II

Největší časový rozdíl je nyní mezi třetím a čtvrtým pracovištěm – 4,63s, montáž uhlíkových držáků zůstává na původním pracovišti, montáž uhlíkových držáků se přesunula na poslední pracoviště.

Maximální časová prodleva, tj. součet max. časových rozdílů montáže na jednotlivých pracovištích, je 9,88s.

Časové ztráty jsou menší, doba náběhu a po náběhu je stejná jako u varianty I.

5.4 VÝBĚR VARIANTY

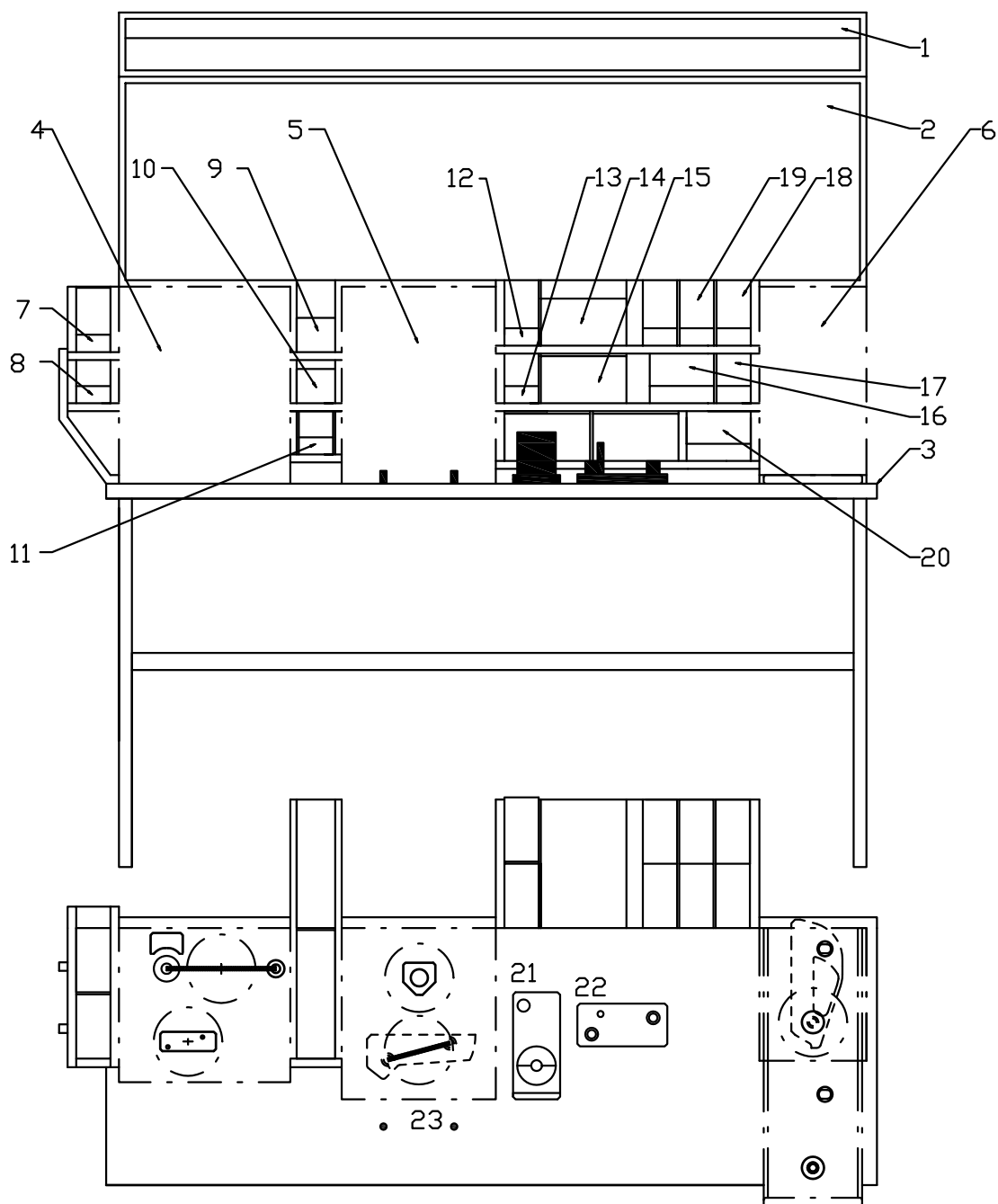
V současné době je trendem u ručních montážních linek snižování počtu pracovišť, jako je tomu u varianty II. Vzhledem k množství součástí potřebnému k sestavení montážního celku by v praxi tato pracoviště byla sice jen čtyři, jejich velikost by však musela odpovídat stejnému množství zásob jako u pěti pracovišť. Navíc je nevýhodné pořizovat nové stoly nestandardních rozměrů pro pracoviště, když jsou k dispozici stoly stávající.

Z těchto důvodů byla k dalšímu řešení zvolena varianta Ib.

5.5 VOLBA ROZMÍSTĚNÍ ZÁSOB

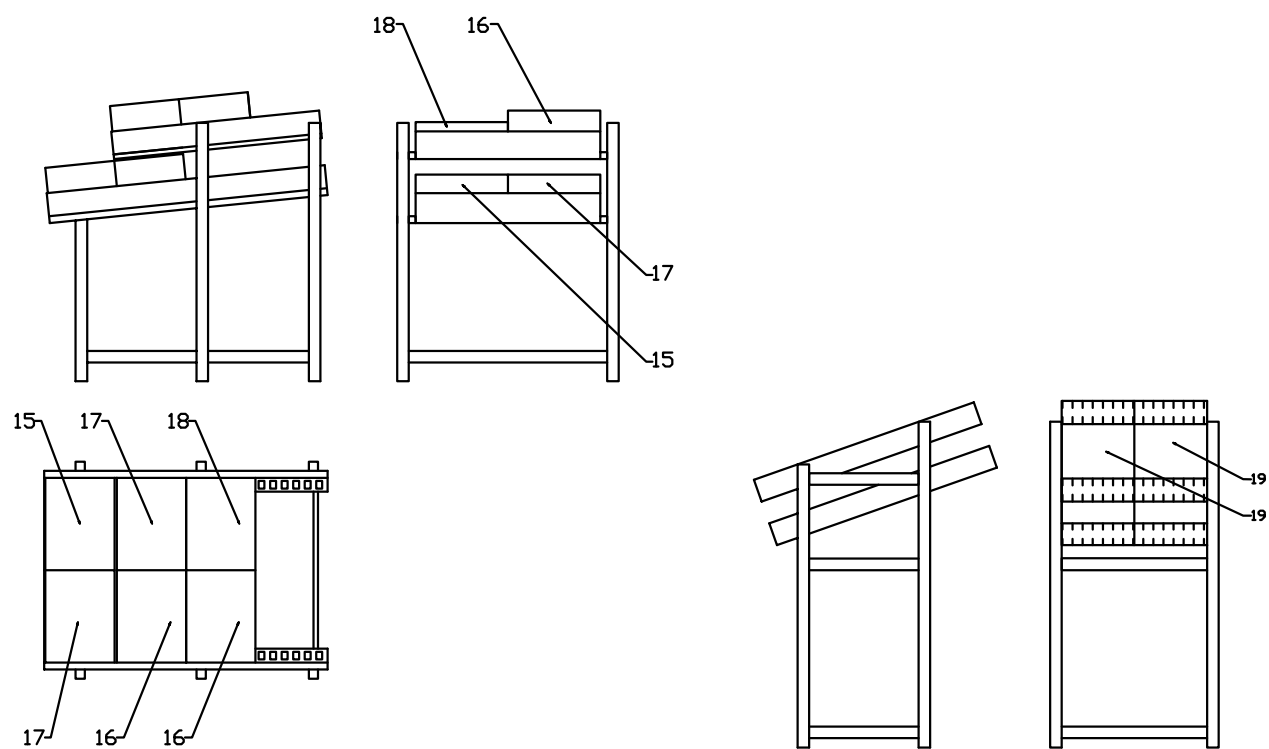
Pro rozměrnější součásti - stator, rotor, hlavu, víko a těleso hoblíku – jsou použity stávající mobilní kanbanové zásobníky viz obrázek č. 9 a 19.

Zvolený typ pracovního stolu je stejný jako u pátého pracoviště – délka 1800 mm. Konkrétní rozmístění zásob, tj. poloha a rozměry použitých kanbanů a součástí v nich umístěné jsou patrné ze schémat na obrázku č.18 a 19 a z tabulky č.6.



- | | |
|---------------------------|-------------------------------|
| 1- osvětlení pracoviště | 13- pojistný kroužek 204471 |
| 2- informační tabule | 14- vzduchová vložka 444870 |
| 3- deska pracovního stolu | 15- příložka 446299 |
| 4- lis č.1 | 16- ochranný plech 444880 |
| 5- lis č.2 | 17- podložka 444865 |
| 6- lis č.3 | 18- šroub 219069 |
| 7- kolík 400482 | 19- komplet pouzdra a pružiny |
| 8- ložisko 400230 | 20- šroub 400468 |
| 9- most ložiska 488367 | 21- montážní přípravek S1 |
| 10- větrák 444869 | 22- montážní přípravek S2 |
| 11- ložisko 400225 | 23- montážní přípravek S4 |
| 12- řemenice č.1 448927 | |

Obrázek č. 18 Rozmístění zásob pracoviště I



24- rotor 486984
 25- hoblovací hlava 489901
 26- ložiskové víko 450759
 27- stator 486988

28- těleso hoblíku 451853

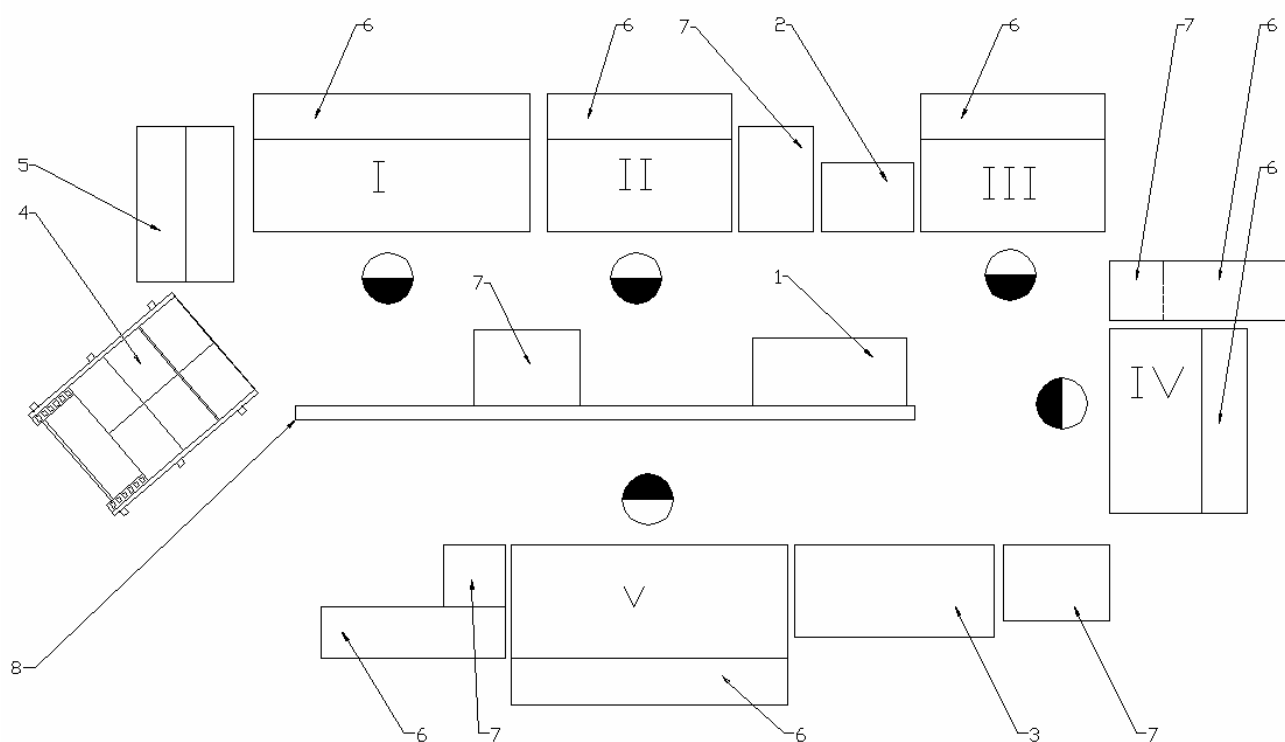
Obrázek č. 19 Mobilní kanbanové zásobníky

tabulka č.6 Součásti a rozměry kanbanů

poz.	součást	rozměry KANBANU
7	kolík 400482	150x80x55
8	ložisko 400230	150x80x55
9	most ložiska 488367	300x90x80
10	větrák 444869	300x90x80
11	ložisko 400225	150x80x55
12	řemenice č.1 448927	150x80x55 (popř. původní trn)
13	pojistný kroužek 204471	150x80x55
14	vzduchová vložka 444870	200x120x80
15	příložka 446299	200x120x80
16	ochranný plech 444880	150x150x55
17	podložka 444865	150x80x55
18	šroub 219069	150x80x55
19	komplet - pouzdro 444879 a pružina 444878	300x90x80
20	šroub 400468	150x150x55
24	rotor 486984	400x300x210
25	hoblovací hlava 489901	400x300x210
26	ložiskové víko 450759	400x300x210
27	stator 486988	400x300x210
28	těleso hoblíku 451853	1010x630x100 (původní skluz)

Definitivní rozmístění zásob je s ohledem na tok materiálu a na ergonomii nutno řešit při samotné realizaci projektu.

5.6 NÁVRH NOVÉHO USPOŘÁDÁNÍ LINKY



- 1 - stroj pro závitové vložky
- 2 - vystružovací přípravek
- 3 - zabíhací box
- 4 - mobilní kanbanový zásobník 1
- 5 - mobilní kanbanový zásobník 2
- 6 - kanbanové zásobníky pracovních stolů
- 7 - odkládací plochy

- 8 - dělící stěna
- I - Pracoviště I
- II - Pracoviště II
- III - Pracoviště III
- IV - Pracoviště IV
- V - Pracoviště V

Obrázek č.20 Půdorys nového uspořádání montážní linky

6. Zhodnocení projektu

Celkovou efektivnost projektu obecně bývá zvykem posuzovat dle doby návratnosti, která se určí z předpokládaných investičních nákladů na realizaci nového projektu (stůl pro pracoviště I, nové lisy) a na potřebné úpravy (přeuspořádání montážní linky, demontáž karuselu), a ze zvýšení produktivity práce, tj. zvýšení zisku. Tento ukazatel nebyl určen, protože nebyly k dispozici zmíněné vstupní údaje.

Dle požadavků firmy Narex a.s. na novou montážní linku bylo zajištěno doplňování materiálu kanbanem, toto zásobování nyní provádí v celém rozsahu logistik, obsluhy pracovišť se mohou plně věnovat montáži.

Při montáži je zajištěn tok 1ks, což umožňuje rychleji měnit výrobu na jiný typ hoblíku, snížila se rozpracovanost (při původním uspořádání bylo po skončení směny na karuselu rozpracováno 10ks).

Kvalitu FMEA zajišťuje sama koncepce technologického postupu montáže, jednotlivé pracovní a montážní činnosti jsou v takovém sledu, který umožní ihned odhalit a odstranit chybu činnosti předcházející. Odstraněním karuselu se navíc výrazně zlepšil dohled obsluhy na lisování součástí.

Došlo ke zvýšení produktivity práce o 16,26%, v praxi se za jednu směnu vyrobí přibližně o osm hoblíků více.

Celý projekt byl řešen s ohledem na ergonomii montážních pracovišť, a na minimální nákladovost – bylo použito co nejvíce původních částí linky.

7. Použitá literatura

- /1/ ZELENKA, A., PRECLÍK, V., HANINGER, M.: *Projektování procesů obrábění a montáží*. ČVUT Praha, 1995
- /2/ ZELENKA, A., KRÁL, M.: *Projektování výrobních systémů*. ČVUT Praha, 1995
- /3/ MUTHER, R.: *Systematické projektování*. SNTL Praha, 1970
- /4/ HOFMANN, P.: *Technologie montáže*. ZCU Plzeň, 1997
- /5/ DUŠÁK, K.: *Technologie montáže. Terminologie*. TUL 2005.
- /6/ DUŠÁK, K.: *Technologie montáže. Základy*. TUL 2005.
- /7/ MELOUN, M., MILITKÝ, J.: *Zpracování experimentálních dat*. Nakladatelství Plus, Praha 1994
- /8/ PLURA, J.: *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Nakladatelství Computer Press, a.s., Praha 2001
- /9/ PLÁŠKOVÁ, A.: *Jednoduché nástroje řízení jakosti II*. Národní informační středisko pro podporu jakosti, ISBN 80-02-01690-4, Praha 2004
- /10/ CELJAK, I.: *Technická normalizace a bezpečnost*. JU České Budějovice, 2006
- /11/ DYNAMIC FUTURE s.r.o.: *Kanban*.
Dostupné na: http://www.dynamicfuture.cz/pzp_kanban.php (12.1.2007)

8. Seznam příloh

Příloha č.1 - Návodka montáže a balení

Příloha č.2 - Příklady možných vad, následků vad a možných příčin vad u
FMEA procesu, význam jednotlivých faktorů, rozšíření pro metodu
FMECA

Příloha č.3 - Příklad formuláře pro analýzu FMEA

Příloha č.4 - Protokol o měření

Příloha č.5 – Poznámky k měřeným úkonům prováděných při montáži

Příloha č.6 – Změna názvu firmy Narex a.s.

Příloha č.1

Návodka montáže 2590



Číslo položky:	00489875		Číslo výkresu:	00457688	
			Index změny:	H	
Další užití:	489876 489902 491696 493267		Název:	Základní stroj EHL 65 E	
Pracoviště:	2590-82394		Typ:	EHL 65E, EHL65E AUS, EHL 65E GBR, EHL 65E (S)	
Datum tisku:	20.9.2005	Vyhotovil:	Kříž	Dne:	22.3.2004

číslo operace:	0010	
popis operace po jednotlivých krocích		poznámka
Na konci pracovní směny ponechat rozpracované podsestavy na pracovištích 1–4, podsestavy přikrýt hadrem. Elektrické zapojení provádět dle schéma zapojení č. 450076 (GBR 467562). <i><u>Číslo položek, která jsou uvedena ve tvaru xxxxxx, se u jednotlivých strojů liší. Je nutno montovat tyto díly na základě platné rozpisky materiálu.</u></i>		

číslo operace:	0011	
popis operace po jednotlivých krocích		poznámka
1.pracoviště – otočný stůl Taktovací stůl má 10 pozic,začátek zakládání a uvedení do chodu se provádí od pozice,která je značená černě. <div>č.poz. č.lisu</div> 1. založit kolík 400482 a most ložiska úpl.488367 4 1A založit rotor 486984 a větrák 444869. (Větrák musí zapadnout drážkama mezi drážky na rotoru!)		U provedení AUSTRÁLIE (AUS) Před montáží upravit drážky tělesa hoblíku 451853 vytavením pro uložení pohyblivého vedení(viz.info seřizovač nebo pracovní směna) – upravené drážky nesmí mít ostré hrany !–Úpravu provádí logistik, pomocník nebo seřizovač.
2. založit ložisko 400230 na rotor 486984 5 1B založit do přípravku ložisko 400230 pro most ložiska 488367 a most ložiska 488367 založit hoblovací hlavu xxxxxx 6 1C		
3. založit most ložiska na hobl.hlavu založit ložiskové víko xxxxxx založit ložisko 400225 (2ks)+kužel.přípr. 3 nasadit na ložiskové víko xxxxxx pojistný kroužek 204471(2 ks) .		
4. Kužel. přípravek vyndat na karusel. Vypolohovat stator xxxxxx do tělesa hobl.451853 . Ustavit těleso hoblíku 451853. 1 ID		
5. Vzít podložky 444865(min.20ks) a vložit na		

Návodka montáže 2590



Číslo položky:	00489875	Číslo výkresu: 00457688	
		Index změny:	H
Další užití:	489876 489902 491696 493267	Název:	Základní stroj EHL 65 E
Pracoviště:	2590-82394	Typ:	EHL 65E, EHL65E AUS, EHL 65E GBR, EHL 65E (S)
Datum tisku:	20.9.2005	Vyhotovil:	Kříž
		Dne:	22.3.2004

<p>stator 2x pro stroj-opakovat pro 10 pozic karuselu.</p> <p>6. Vztít do ruky šrouby 219069 (min.20ks) a stator zajistit šrouby (2x) pro stroj-opakovat pro 10 pozic karuselu. (1,0+-0,2Nm) dle výkresu 457688.</p> <p>7. Do lož.víka 444863 nasunout rotor s větrákem a rukou našroubovat řemenici č.1 448927 (doleva) řemenici dotáhnout ráčnou (M8±0,5 Nm) dle výkresu 457688.</p> <p>Přípojně vedení od statoru protáhnout tělesem hoblíku 451853. Těleso hoblíku založit. 7</p> <p>Hobl.hlavu 489901 vložit do tělesa hoblíku.Vložit ochr.plech 444880 společně s kompletem pouzdra a pružiny. Vyzkoušet funkci ochranného plechu.</p> <p>Most ložiska přišroubovat dvěma šrouby 400468 (1,6±0,2Nm). Do tělesa hoblíku 451853 nasadit vzduch.vložku 444870 a příložku 446299.Na hobl.hlavu vložit podložku 592558</p> <p>POZNÁMKA!!</p> <p>Sesadit ložiskové víko xxxxxx na těleso hoblíku 451853 + a sešroubovat čtyřmi šrouby 400468 (1,6±0,2Nm) viz foto.</p> <p>Zablokovat hobl.hlavu pomocí přípravku.</p> <p>Na hoblovací hlavu našroubovat řemeničku č.2 (doprava) a dotáhnout ráčnou (M8±0,5 Nm).Odložit.</p>	
--	--

Návodka montáže 2590



Číslo položky:	00489875	Číslo výkresu:	00457688		
		Index změny:	H		
Další užití:	489876 489902 491696 493267	Název:	Základní stroj EHL 65 E		
Pracoviště:	2590-82394	Typ:	EHL 65E, EHL65E AUS, EHL 65E GBR, EHL 65E (S)		
Datum tisku:	20.9.2005	Vyhotovil:	Kříž	Dne:	22.3.2004



POZNÁMKA!!!

Na hoblovací hlavu vložit podložku 592558. Pokud má hoblovací hlava označení na hřídeli **N** podložku nedávat!!!



Návodka montáže 2590



Číslo položky:	00489875		Číslo výkresu:	00457688	
			Index změny:		H
Další užití:	489876 489902 491696 493267		Název:	Základní stroj EHL 65 E	
Pracoviště:	2590-82394		Typ:	EHL 65E, EHL65E AUS, EHL 65E GBR, EHL 65E (S)	
Datum tisku:	20.9.2005	Vyhotovil:	Kříž	Dne:	22.3.2004



Číslo operace:	0012	
popis operace po jednotlivých krocích		poznámka
Vyndat stroj z přípravku 27678(pro závitové vložky) a v druhé ruce držet zajišťovací přípravek 3-20-769		Př. 3-20-769 Přípravek(pro

Návodka montáže 2590



Číslo položky:	00489875	Číslo výkresu: 00457688	
		Index změny:	H
Další užití:	489876 489902 491696 493267	Název:	Základní stroj EHL 65 E
Pracoviště:	2590-82394	Typ:	EHL 65E, EHL65E AUS, EHL 65E GBR, EHL 65E (S)
Datum tisku:	20.9.2005	Vyhotovil:	Kříž
		Dne:	22.3.2004



a těleso hoblíku usadit do podložky montážní 27678.
Těleso hoblíku 451853 vložit do přípravku 27678 (pro závitové vložky) a zajistit zajišťovací př. 3-20-769. Nasadit 2x závitovou vložku 448930 lehce namazat olejem spustit z. přípravek (dvouruční spouštění) zašroubovat z. vložky (M8+-0.2Nm)

Protáhnout vývod od statoru xxxxxx a vývod od cívky tachy 487923 tělesem hoblíku. Přišroubovat příložku 446299, 2ks 400468 (M 1,4±0,1 Nm). Na elektroniku xxxxxx zapojit konektory od statoru xxxxxx a cívky tachy 487923 dle schéma zapojení, elektroniku xxxxxx vložit do tělesa hoblíku, vývody od elektroniky protáhnout do prostoru spínače 460483.

závitové vložky)
26754

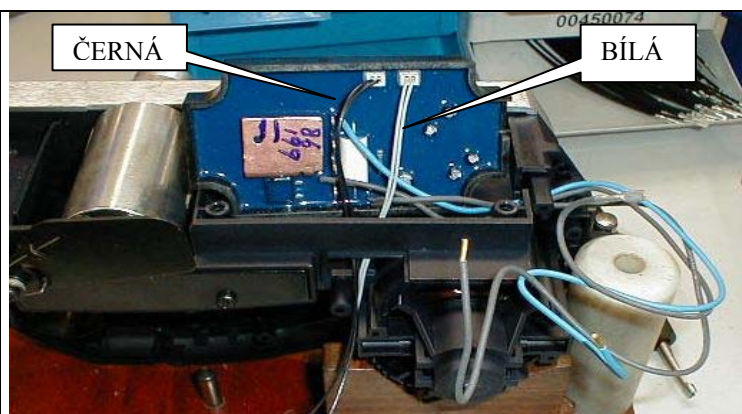
Mont.podložka
27678



Návodka montáže 2590



Číslo položky:	00489875	Číslo výkresu: 00457688	
		Index změny:	H
Další užití:	489876 489902 491696 493267	Název:	Základní stroj EHL 65 E
Pracoviště:	2590-82394	Typ:	EHL 65E, EHL65E AUS, EHL 65E GBR, EHL 65E (S)
Datum tisku:	20.9.2005	Vyhotovil:	Kříž
		Dne:	22.3.2004



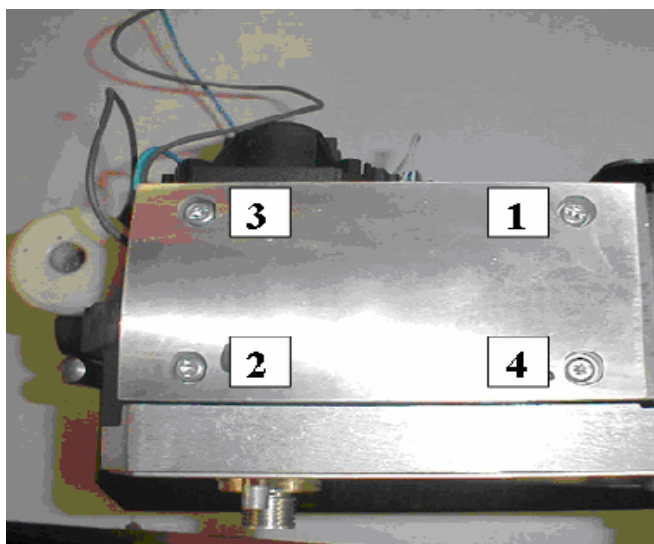
Do měřicího přípravku 2-46-24935 vložit hoblovací stůl 447290 a nasadit na tělo hoblíku. Přišroubovat 4x šroub viz.pořadí 228713(M 1.6±0.2 Nm). Pomocí měřicího přípravku změřit rovnoběžnost hoblovacího stolu s hoblovací hlavou.

Těleso vyndat a založit do montážní podložky 27715.

Do tělesa hoblíku nasadit uhlíkový držák komplet k pohyblivému přívodu nasadit druhý uhl. držák komplet pomocí přípravku 200079 a zajistit šrouby 400231 2ks (M 1±0.2Nm)

Na konektorové kolíky od statoru xxxxx nasunout ploché dutinky od přípojných vedení 450074(1ks) a plochou dutinku od elektroniky xxxxxx č.5,srovnat lanka do úchyty tělesa hoblíku.

Těleso hoblíku upnout do přípravku a zapnout vystružení otvoru pro regulační stůl 446302 D19.5H8 a D20.5H8 na míru 24+0.5mm.



Měřicí přípravek
2-46-24935



Montážní podložka
27715



Pomocný přípravek
20079



O-kroužek nasadit
pomocí přípravku

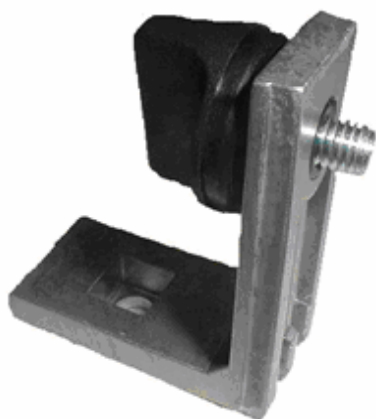
Návodka montáže 2590



Číslo položky:	00489875	Číslo výkresu: 00457688	
		Index změny:	H
Další užití:	489876 489902 491696 493267	Název:	Základní stroj EHL 65 E
Pracoviště:	2590-82394	Typ:	EHL 65E, EHL65E AUS, EHL 65E GBR, EHL 65E (S)
Datum tisku:	20.9.2005	Vyhotovil:	Kříž
		Dne:	22.3.2004

Smontovat o-kroužek 447299, knoflík 438320, kluzný kámen 447301. Boční doraz komplet po 20 kusech v krabici odložit do odkládacího skluzu, logistik vezme krabčku a přenesse jí na balicí pracoviště.

BOČNÍ DORAZ KOMPLET



27919




Návodka montáže 2590



Číslo položky:	00489875	Číslo výkresu: 00457688	
		Index změny:	H
Další užití:	489876 489902 491696 493267	Název:	Základní stroj EHL 65 E
Pracoviště:	2590-82394	Typ:	EHL 65E, EHL65E AUS, EHL 65E GBR, EHL 65E (S)
Datum tisku:	20.9.2005	Vyhotovil:	Kříž
		Dne:	22.3.2004

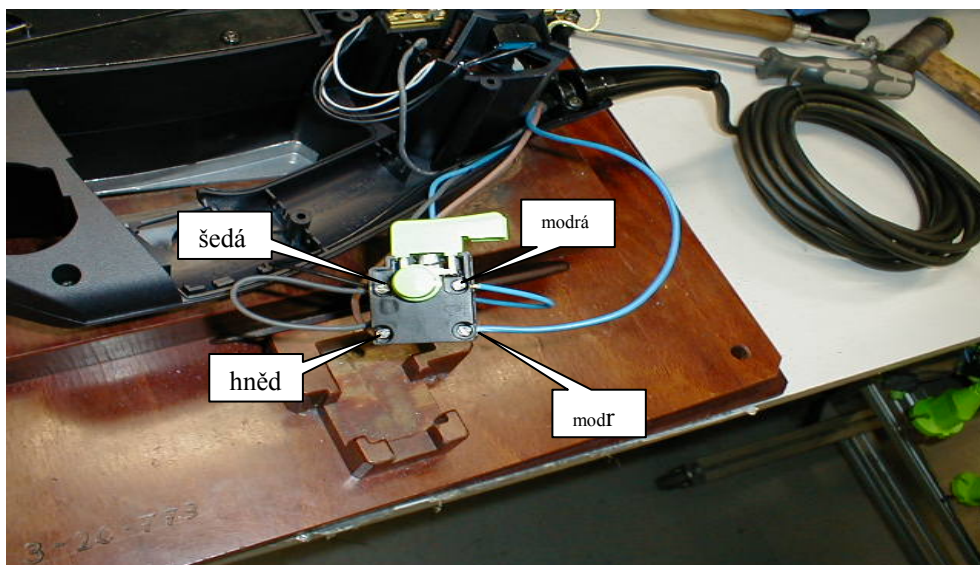
<p>BOČNÍ DORAZ KOMPLET KRABÍČKA PO 20 KS</p> 	
--	--

číslo operace:	0013
popis operace po jednotlivých krocích	poznámka
<p>Těleso hoblíku vyndat ze stružícího přípravku. Otvor profouknout vzduchovou pistolí. Desku po vystružení též ofouknout vzduchem. Těleso hoblíku vložit do montážní podložky 3-20-773.</p> <p>Na regulační člen 444885 našroubovat regulační kolo 444887, závit předem lehce namazat mazacím tukem, na regulační kolo nasunout kroužek uložení 446293, do tělesa hoblíku vložit regulaci úběru úplnou a přišroubovat šroubem 2ks 400468 (M 1.4+ -0.1 Nm).</p> <p>Čep regulačního stolu lehce namazat mazacím tukem, reg. stůl 446302. Nasunout do tělesa hoblíku a zajistit šroubem 446296, pružinu listovou 446295 a maticí 446297 (M3±0.5Nm) pomocí přípravku (komunál).</p> <p>Na těleso hoblíku přiložit příložku držadla 444881 a stáhnout 2ks šroub 400468 (M1,6+ -0.2Nm).</p> <p>Přípravek - montážní podložka 3-20-773</p>	 <p>KALIBRY 24930 24931 Přípravek (komunál)</p>

Návodka montáže 2590



Číslo položky:	00489875	Číslo výkresu: 00457688	
		Index změny:	H
Další užití:	489876 489902 491696 493267	Název:	Základní stroj EHL 65 E
Pracoviště:	2590-82394	Typ:	EHL 65E, EHL65E AUS, EHL 65E GBR, EHL 65E (S)
Datum tisku:	20.9.2005	Vyhotovil:	Kříž
		Dne:	22.3.2004



Destička KOMET Winter
W3004360.0321
Př.27053
Př.26814
Př.24715
U provedení AUSTRÁLIE
(AUS) a VELKÁ BRITÁNIE
(GBR)

Na pohyblivý přívod xxxxx navléknout návlačku 445738.
Přívod připevnit na tělo hoblíku příchytou kabelu 439288
dvěma šrouby 228584 (M 1 ± 0.2Nm), první šroub
400468 zašroubovat do poloviny, zašroubovat druhý šroub
400468 a dotáhnout první šroub 400468.

Do spínače zapojit vývody od pohyblivého přívodu 461121
vývody od elektroniky č.6 a č.1 a vývod od přípojného
vedení 450074 dle schéma zapojení 450076.

Urovnat vývody v držadle tělesa hoblíku a odložit na další
pracoviště.

AUS návlačka
položka 450353
AUS příchytka
položka 431899

Návodka montáže 2590



Číslo položky:	00489875	Číslo výkresu:	00457688	
		Index změny:		H
Další užití:	489876 489902 491696 493267	Název:	Základní stroj EHL 65 E	
Pracoviště:	2590-82394	Typ:	EHL 65E, EHL65E AUS, EHL 65E GBR, EHL 65E (S)	
Datum tisku:	20.9.2005	Vyhotovil:	Kříž	Dne: 22.3.2004

číslo operace:	0014	
popis operace po jednotlivých krocích		poznámka
<p>Těleso hoblíku vložit do montážní podložky 26814.</p>  <p>Do tělesa hoblíku nasunout kolík 770080 pomocí přípravku 27053. na kolík nasunout podporu 447306 s pružinou 715033</p>		<p>Montážní podložka 26814</p> <p>Přípravek pro</p>

Návodka montáže 2590



Číslo položky:	00489875	Číslo výkresu: 00457688	
		Index změny:	H
Další užití:	489876 489902 491696 493267	Název:	Základní stroj EHL 65 E
Pracoviště:	2590-82394	Typ:	EHL 65E, EHL65E AUS, EHL 65E GBR, EHL 65E (S)
Datum tisku:	20.9.2005	Vyhotovil:	Kříž
		Dne:	22.3.2004

konce pružiny zasunout do tělesa hoblíku a podpory.

Přiložit příložku 444859 a stáhnout 5xšroubem 400468 (M1,6±0,2Nm) první šroub zašroubovat u pohyblivého přívodu. Vyzkoušet chod stroje.

Stroj vložit do druhého přípravku. Na přípravek 27054 nasadit řemen 448235 napnout, nasadit na řemenice, zkontrolovat správné nasazení řemene, všechny klínky řemene musí být zapadlé v drážkách řemeníček. Na ložiskové víko nasadit kryt řemene 444858 a přišroubovat dvěma šrouby 228743 (M1.6+/-0.2Nm) do tělesa hoblíku zasunout im. klíč č.439803 a nalepit štítek 457577.

Měřicí přípravek 26262. Srovnat reg.stůl do roviny s hobl.stolem s přesností 0±0,125 na regulační kolo nasadit víčko se stupnicí 446294, stupnici nastavit na 0 a přišroubovat šroubem 400468 (M1,6±0,2Nm). Kontrola přesahu nože vůči hoblovacímu stolu max.přesah 0-0,3mm. Měřit na obou koncích nože. Maximální rozdíl povolených naměřených hodnot 0,15mm. Oprava neshod: Přesah nože – posun lož.víka nebo mostu ložiska. Rovnoběžnost stolu – lehkým povolením nebo utažením šroubu. Oba prověřované parametry musí být v toleranci kontrolního postupu.

Spínač zaaretovat, vložit do boxu, po vložení 1 ks zapnout box.

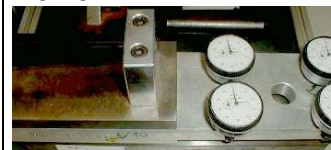
nasunutí kolíku 27053



Přípravek 27054



Měřicí přípravek 26262



Návodka montáže 2590



Číslo položky:	00489875	Číslo výkresu: 00457688	
		Index změny:	H
Další užití:	489876 489902 491696 493267	Název:	Základní stroj EHL 65 E
Pracoviště:	2590-82394	Typ:	EHL 65E, EHL65E AUS, EHL 65E GBR, EHL 65E (S)
Datum tisku:	20.9.2005	Vyhotovil:	Kříž
		Dne:	22.3.2004



Na pouzdro 444879 navléknout pružinu 444878. Komplet pro operaci 1. Držáky uhlíku ohnout do pož.tvaru dle výkresu 457688 po 5ks. Do držáku uhlíku 444873 nasunout vedení 450072.

číslo operace:	0020	
popis operace po jednotlivých krocích		poznámka
Prac. kontrola a zkoušení dle předpisu 41-6100-69 Opticky kontrolovat odběr proudu a napětí. Odložit do boxu. Kontrolovat každý kus!		

Návodka montáže 2590



Číslo položky:	00574530	Číslo výkresu:	00624587		
		Index změny:	G		
Další užití:	574536, 574526, 574538,	Název:	Hoblík EHL 65 E		
Pracoviště:	2590-82394	Typ:	EHL 65 E		
Datum tisku:	30. 06. 2006	Vyhotovil:	Kříž	Dne:	25.3.2004

číslo operace:	0010	
popis operace po jednotlivých krocích		poznámka
U položek označených v závorce (XXXXXX) se položka mění dle daného kusovníku položky, která je napsána v kolonce -poznámka		Př. U položky 574536 Štítek XXXXXX

číslo operace:	0020
popis operace po jednotlivých krocích	poznámka
<p>U zaběhnutého stroje provést kontrolu VN na dvou bodech (šroub a víko ložiska). Odzkoušet mechanické funkce stroje.El. hoblík otřít hadrem od nečistot.Vést statistickou kontrolu.</p> <p>Měření:Přesah hoblovacího nože vztažen k hraně bočního hoblování hoblovacího stolu(hodnota přesahu (+0,3 až -0,1 mm).</p> 	<p>U pol.574536 Stroj 491696 U pol.574526 Stroj 489902 U pol.574531 Stroj 489876 Kontrolní přípravek 3*2455</p> 
<p>Přesah nože vůči hoblovacímu stolu měření na dvou místech dle zkušebního předpisu.</p> 	<p>U pol.574536 štítek 463895 U pol.574526 štítek 457691 U pol.574531 Štítek 457576 U pol.574536 Nálepka 463894 U pol.574526 Nálepka 457791 U pol.574531 Nálepka 457581</p>

Návodka montáže 2590



Číslo položky:	00574530	Číslo výkresu: 00624587	
		Index změny:	G
Další užití:	574536, 574526, 574538,	Název:	Hoblík EHL 65 E
Pracoviště:	2590-82394	Typ:	EHL 65 E
Datum tisku:	30. 06. 2006	Vyhotovil:	Kříž
		Dne:	25.3.2004

Rovnoběžnost hoblovacího nože vztaženo k hoblovacímu stolu 100%. Měří se na čtyřech místech dle zkušebního předpisu.



Očistit stroj xxxxx v místě štítku. Na stroj nalepit typový štítek 457577. Na sací nástavec 444883 nasunout adaptér 448785 a nasunout do stroje. Na těleso hoblíku a do garančního listu 489879 nalepit výkonový štítek xxxxx dle výkresu [624587](#). Do návodu 468035 (platí od 15.2.06) vložit seznam náhradních dílů 463917, bezpečnostní pokyny + přehled servisních středisek 465191 garanční list s nalepeným štítkem. Návod komplet vložit do sáčku 436564.

Pozor! štítek stroje a garančního listu musí být shodný.

Na boční doraz komplet namontovat + knoflík 438320 + matice 228566. viz **obrázek 1**.

Uchopit systeiner 445434, na systeiner nalepit nálepky [xxxxxxx](#) 2x, 457416, dle výkresu [624587](#).

Kontrolní přípravek 26252



Podložka montážní 25754



Návodka montáže 2590



Číslo položky:	00574530	Číslo výkresu: 00624587	
		Index změny:	G
Další užití:	574536, 574526, 574538,	Název:	Hoblík EHL 65 E
Pracoviště:	2590-82394	Typ:	EHL 65 E
Datum tisku:	30. 06. 2006	Vyhotovil:	Kříž
		Dne:	25.3.2004

Nalepit fólii 445981 do víka systeineru 445434.
Do víka systeineru 445434 vložit plakát 457584.



Obrázek 1.



Do systeineru vložit vložku 447296, doraz boční úplný 487367,
el.hoblík xxxxx, návod.

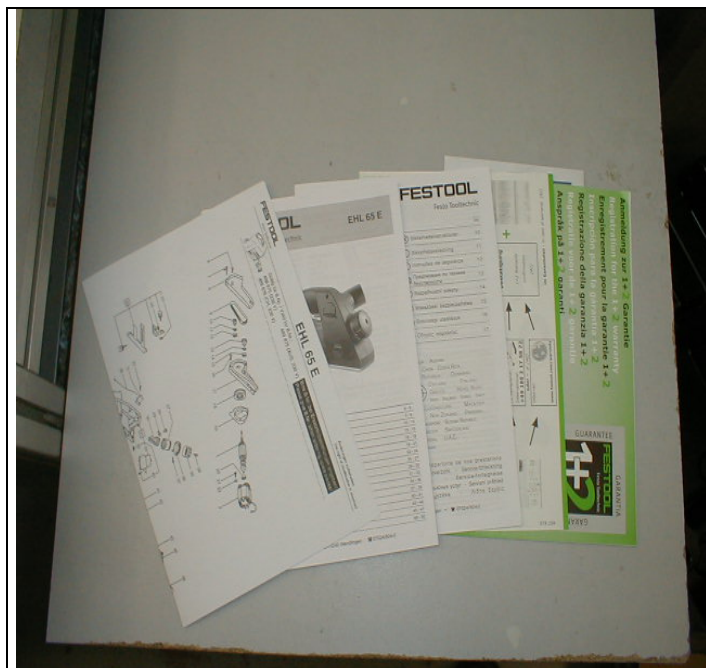
Systeiner uzavřít.

Systeiner odložit na paletu.

Návodka montáže 2590



Číslo položky:	00574530	Číslo výkresu: 00624587	
		Index změny:	G
Další užití:	574536, 574526, 574538,	Název:	Hoblík EHL 65 E
Pracoviště:	2590-82394	Typ:	EHL 65 E
Datum tisku:	30. 06. 2006	Vyhotovil:	Kříž
		Dne:	25.3.2004



Návodka montáže 2590



Číslo položky:	00574530		Číslo výkresu:	00624587		
			Index změny:		G	
Další užití:	574536, 574526,574538,		Název:	Hoblík EHL 65 E		
Pracoviště:	2590-82394		Typ:	EHL 65 E		
Datum tisku:	30. 06. 2006	Vyhotovil:	Kříž	Dne:	25.3.2004	



Příloha č.2

Příklady možných vad, následků vad a možných příčin vad u FMEA procesu

možné vady	možné následky vad	možné příčiny vad
nesmontováno	poranění uživatele	nesprávná teplota ohřevu
otřepy	nelze smontovat	použití nevhodného nástroje
deformace	ohrožuje obsluhu	nesprávné měření
nerovnoměrně ohřáto	nelze tvářet	nesprávné parametry svařování
poškozeno	vyvolává vibrace	nedostatečná příprava povrchu
nesvařeno	láme se	nesprávné otáčky
vysoká drsnost	špatný vzhled	nesprávná montáž

Kritéria a jejich ohodnocení

Kritérium klasifikace výskytu poruchy (vady)	Odhad četnosti	Třída
Není pravděpodobné, že porucha (vada) nastane	0	1
Velmi malá - jedná se o proces s ojedinělým výskytem poruchy	1/5000	2
	1/2000	3
	1/1000	4
	1/500	5
Střední - odpovídá procesům, kde obvykle dochází k náhodným poruchám, ale v menší míře	1/200	6
Vysoká - odpovídá výrobním procesům s častými poruchami	1/100	7
	1/50	8
Velmi vysoká - z hlediska uživatele je téměř jistý výskyt poruchy	1/20	9
	1/10	10

Kritérium klasifikace významu poruchy (vady)	Třída
Zanedbatelná - podstata poruchy (vady) je taková, že neovlivní schopnosti systému - výrobku, tj. uživatel pravděpodobně nezaznamená její výskyt	1
Nízká - porucha (vada) vyvolá uživateli pouze potíže, nepozorují se poškozené funkce objektu nebo výrobku	2
	3
Střední - porucha (vada) vyvolá obtíže uživateli snížením pohodlí při užívání – porucha obtěžuje při ovládání, manipulaci. Uživatel zaznamená určité zhoršení vlastností výrobku.	4
	5
	6
Vysoká - porucha (vada) vyvolá značné obtíže uživateli, resp. způsobí vážné poškození, špatné vlastnosti výrobku, neovlivňuje však bezpečnost výrobků	7
	8
Velmi vysoká - porucha (vada) ovlivňuje bezpečnost výrobků, jeho nezpůsobilost k provozu z hlediska zákonných předpisů	9 10

Kritérium klasifikace odhalitelnosti poruchy	„Průchod“ poruchy k uživateli [%]	Třída
Velmi vysoká - pravděpodobnost, že porucha (vada) by byla detekována kontrolou nebo při montáži	0 až 5	1
Vysoká - pravděpodobnost, že se porucha dostane k uživateli bez detekce – podle pravděpodobnosti průchodu poruchy k uživateli	6 až 15 16 až 25	2 3
Střední - pravděpodobnost, že se porucha dostane k uživateli bez detekce – podle pravděpodobnosti průchodu poruchy k uživateli	26 až 35 36 až 45 46 až 55	4 5 6
Nízká - pravděpodobnost, že se porucha dostane k uživateli bez detekce – podle pravděpodobnosti průchodu poruchy k uživateli	56 až 65 65 až 75	7 8
Velmi vysoká – pravděpodobnost, že se porucha dostane k uživateli bez detekce – podle pravděpodobnosti průchodu poruchy k uživateli	76 až 85 86 až 100	9 10

Hodnoty kritérií

Hodnota kritéria vyjádřená slovně	F ₁
Zanedbatelná velikost intenzity výskytu poruch - vznik dané poruchy je velmi nepravděpodobný	1
Nízká hodnota intenzity výskytu poruch - vznik dané poruchy je možný s malou pravděpodobností	2 ÷ 3
Střední hodnota intenzity výskytu poruch - vznik dané poruchy je pravděpodobný	4 ÷ 6
Vysoká hodnota intenzity výskytu poruch - vznik dané poruchy je velmi pravděpodobný	7 ÷ 8
Velmi vysoká hodnota intenzity poruch - vznik dané poruchy je téměř jistý	9 ÷ 10

Hodnota kritéria vyjádřená slovně	F ₂
Porucha nemá pro zákazníka pozorovatelný důsledek, zákazník ji pravděpodobně ani vůbec nezjistí - zanedbatelná závažnost.	1
Porucha vyvolá jen lehké obtíže, nejsou pozorovány významnější změny v chování objektu.	2 ÷ 3
Porucha vyvolá znatelné obtíže, je pozorováno určité zhoršení vlastností objektu, nejsou dotčeny základní funkce.	4 ÷ 6
Porucha vyvolá značné obtíže, ale nedochází k ohrožení bezpečnosti provozu, objekt neplní základní funkce, vysoká závažnost poruchy.	7 ÷ 8
Porucha způsobuje neplnění požadavků přepisů, je možné ohrožení bezpečnosti provozu, velmi vysoká závažnost poruchy.	9 ÷ 10

Hodnota kritéria vyjádřená slovně	F ₃
Pravděpodobnost, že vznik poruchy nebude odhalen při kontrolách, montáži nebo zkouškách je zanedbatelná, porucha se k zákazníkovi téměř jistě nedostane, porucha je zjevná bez dalšího zkoušení.	1
Pravděpodobnost, že vznik poruchy nebude odhalen při kontrolách, montáži nebo zkouškách je nízká a pravděpodobnost expedice vadného výrobku malá.	2 ÷ 3
Pravděpodobnost, že vznik poruchy nebude odhalen při kontrolách, montáži nebo zkouškách je střední a pravděpodobnost expedice vadného výrobku střední.	4 ÷ 6
Pravděpodobnost, že vznik poruchy nebude odhalen při kontrolách, montáži nebo zkouškách je velká a pravděpodobnost expedice vadného výrobku vysoká.	7 ÷ 8
Pravděpodobnost, že vznik poruchy nebude odhalen při kontrolách, montáži nebo zkouškách je velmi velká a pravděpodobnost expedice vadného výrobku velmi vysoká.	9 ÷ 10

Hodnota kritéria vyjádřená slovně	F ₄
Pravděpodobnost, že vznik poruchy nebude autodiagnostikou odhalen, porucha je zjevná bez dalšího zkoušení.	1
P, že vznik poruchy nebude autodiagnostikou odhalen je velmi nízká - 6% ÷ 15%	2
P, že vznik poruchy nebude autodiagnostikou odhalen je nízká - 16% ÷ 25%	3
P, že vznik poruchy nebude autodiagnostikou odhalen je střední - 26% ÷ 35%	4
P, že vznik poruchy nebude autodiagnostikou odhalen je střední - 36% ÷ 45%	5
P, že vznik poruchy nebude autodiagnostikou odhalen je vyšší - 46% ÷ 55%	6
P, že vznik poruchy nebude autodiagnostikou odhalen je vysoká - 56% ÷ 65%	7
P, že vznik poruchy nebude autodiagnostikou odhalen je vysoká - 66% ÷ 75%	8
P, že vznik vady nebude autodiagnostikou odhalen je velmi vysoká - 76% ÷ 85%	9
P, že vznik vady nebude autodiagnostikou odhalen je velmi vysoká - 86% ÷ 100%	10

Procentuální rozdělení odpovídá úspěšnosti detekce poruchy - úspěšnost pokrytí autodiagnostickým testem.

Významnost poruchy - příklad kategorizace poruch dle důsledků:

- Minor,
- Major,
- Critical,
- Catastrophic

Rozšíření pro metodu FMECA

Pravděpodobnost poruchy prvku - pravděpodobnost výskytu každého předpokládaného způsobu poruchy:

- z výsledků sledování provozní spolehlivosti prvku na základě provedených zkoušek spolehlivosti
- s využitím výsledků sledování provozní spolehlivosti konstrukčně podobných prvků
- expertním odhadem s využitím znalostních databází (katalogy spolehlivosti)

Příloha č.3

Příloha č.4

č. úkonu	Popis jednotlivých úkonů	měření číslo [s]										vypočtené hodnoty		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	střední hodnota	interval spolehlivosti	
1	založit kolík 400482	0,7	1,09	1,2	1,23	1,52	1,8	1,83	1,9	2,08	2,22	1,66	1,52	1,8
2	založit most ložiska 488367- pozn. 1	0,56	0,62	0,73	0,73	0,74	0,74	0,75	0,76	0,81	1,09	0,74	0,74	0,74
3	založit rotor 486984 s větrákem 444869 - pozn. 2	2,77	2,97	3,38	3,39	3,42	3,69	3,95	3,98	4,38	4,7	3,56	3,42	3,69
4	založit ložisko 400230 na rotor 486984, ložisko 400230 do přípravku pro most ložiska 488367 – pozn. 3	0,75	0,85	1,33	1,69	1,77	1,77	1,87	1,89	2,07	2,19	1,77	1,77	1,77
5	založit most ložiska 488367	1,17	1,21	1,33	1,45	1,51	1,62	1,83	1,86	1,96	2,37	1,57	1,51	1,62
6	založit hoblovací hlavu	1,9	2,09	2,72	2,83	2,95	3,13	3,14	3,5	3,68	3,98	3,04	2,95	3,13
7	založit most ložiska na hoblovací hlavu	0,53	1,01	1,11	1,14	1,17	1,5	1,62	1,82	2,14	2,27	1,34	1,17	1,5
8	založit ložiskové víko	0,96	1,03	1,06	1,14	1,22	1,27	1,31	1,74	1,86	2,01	1,25	1,22	1,27
9	založit ložiska 400225 (2ks) a kuželové přípravky	2,68	2,8	2,98	3,02	3,05	3,22	3,23	3,45	3,67	4,1	3,14	3,05	3,22
10	nasadit na ložiskové víko pojistné kroužky 204471(2 ks)	1,41	2,22	2,33	2,4	2,66	2,88	2,98	3,37	4,72	5,03	2,77	2,66	2,88
11	kuželové přípravky na karusel	0,55	0,72	0,72	0,77	0,77	0,83	0,84	0,84	1,11	2,4	0,80	0,77	0,83
12	vypolohovat stator do tělesa hoblíku 451853	5,51	5,69	7,3	7,44	7,49	7,62	8,12	8,53	8,59	8,99	7,56	7,49	7,62
13	ustavit těleso hoblíku 451853	1,41	1,93	1,97	2,22	2,23	2,6	3,06	3,17	3,5	4,26	2,42	2,23	2,6
14	vzít do ruky podložky 444865 (min.20ks)	2,02	2,08	2,4	2,48	2,57	2,6	2,61	2,8	2,87	3,1	2,59	2,57	2,6
15	a vložit na stator 2x pro kus, - opakovat pro 10 pozic karuselu.	2,65	3,27	3,53	3,77	3,77	3,87	3,88	4,13	4,21	4,44	3,82	3,77	3,87
16	vzít do ruky šrouby 219069 (min.20ks)	1,02	1,05	1,23	1,4	1,58	1,62	1,63	1,72	1,86	2,01	1,60	1,58	1,62
17	stator zajistit šrouby (2x) pro stroj,- opakovat pro 10 pozic karuselu	4,22	4,41	4,76	4,77	5,04	5,27	5,53	6,01	6,75	6,94	5,16	5,04	5,27
18	do ložiskového víka 444863 nasunout rotor s větrákem	1,32	1,42	1,48	2,12	2,16	2,24	2,36	2,54	2,77	3,89	2,20	2,16	2,24

č. op.	Popis jednotlivých úkonů	měření číslo [s]										vypočtené hodnoty		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	střední hodnota	interval spolehlivosti	
19	ručně našroubovat řemenici č.1 448927 (doleva) – pozn. 4	1,77	2,23	2,26	2,48	2,5	2,53	2,92	4,01	4,5	5,3	2,52	2,5	2,53
20	vložit do přípravku a řemenici dotáhnout ráčnou (M8±0,5 Nm)	2,42	3,74	4,12	4,28	4,37	4,5	4,59	4,64	4,67	4,8	4,44	4,37	4,5
21	těleso hoblíku založit do přípravku	0,56	0,92	1,07	1,13	1,22	1,23	1,91	1,95	2,02	2,26	1,23	1,22	1,23
22	přípojné vedení od statoru protáhnout tělesem hoblíku 451853	0,84	1,41	1,41	1,46	1,7	1,72	1,85	1,86	1,96	2,5	1,71	1,7	1,72
23	hoblovací hlavu 489901 vložit do tělesa hoblíku	0,52	0,93	1,06	1,36	1,56	1,67	1,76	1,92	2,54	4,32	1,62	1,56	1,67
24	přišroubovat most 1. šroubem	1,06	1,49	1,78	2,02	2,3	2,37	2,65	3,85	4	4,12	2,34	2,3	2,37
25	vložit ochranný plech	0,59	0,77	0,83	0,87	0,93	0,98	1,21	1,23	1,24	1,32	0,96	0,93	0,98
26	nasadit pružinu	0,75	0,8	0,88	0,92	0,93	1,2	1,36	1,64	1,93	2,25	1,07	0,93	1,2
27	přišroubovat druhým šroubem a zaháknout konec pružiny	1,13	1,18	1,63	1,63	2	2,26	2,66	2,93	3,2	3,33	2,13	2	2,26
28	vyzkoušet funkci ochranného plechu	0,56	0,57	0,58	0,62	0,66	0,8	0,8	0,96	1,57	1,97	0,73	0,66	0,8
29	do tělesa hoblíku 451853 nasadit vzduchovou vložku 444870	0,48	0,53	0,59	0,8	0,81	0,93	0,93	0,95	1,04	1,27	0,87	0,81	0,93
30	nasadit příložku 446299	0,72	1,12	1,31	1,52	1,6	1,82	1,96	1,99	2	2,61	1,71	1,6	1,82
31	sesadit ložiskové víko na těleso hoblíku 451853	3,09	3,16	3,51	3,76	3,96	4	4,26	4,26	4,3	5,5	3,98	3,96	4
32	a sešroubovat čtyřmi šrouby 400468 (1,6±0,2Nm)	9,57	9,73	9,86	11,2	11,26	11,52	11,99	12,21	12,5	13,22	11,39	11,26	11,52
33	na hoblovací hlavu našroubovat řemenici č.2 (doprava)	2,49	2,78	2,97	3,53	3,63	3,79	4,12	4,43	4,77	5,37	3,71	3,63	3,79
34	zablokovat hoblovací hlavu (přípr.)	0,93	1,03	1,11	1,13	1,13	1,23	1,33	1,45	1,53	1,73	1,18	1,13	1,23
35	a dotáhnout ráčnou (M8±0,5 Nm)	1,17	2,06	2,12	2,14	2,16	2,58	2,74	3,7	3,93	4,6	2,37	2,16	2,58
36	odložit do odkládacího skluzu	1,34	1,4	1,54	1,76	1,87	1,88	1,93	1,97	2,03	2,1	1,88	1,87	1,88
37	vyjmout těleso hoblíku z přípravku 27678 (pro závitové vložky) a usadit do montážní podložky	2,02	2,06	2,52	2,61	2,7	2,81	3,17	3,2	3,36	3,4	2,76	2,7	2,81

č. op.	Popis jednotlivých úkonů	měření číslo [s]										vypočtené hodnoty		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	střední hodnota	interval spolehlivosti	
38	těleso hoblíku 451853 vložit do přípravku - pro závitové vložky - pozn. 5	1,2	1,62	1,64	1,85	2,1	2,4	2,52	2,86	2,96	3,01	2,25	2,1	2,4
39	a zajistit zajišťovacím přípravkem 3-20-769	0,62	0,67	0,71	0,77	0,79	0,88	0,89	0,96	1	1,2	0,84	0,79	0,88
40	lehce namazat olejem	1,01	1,02	1,08	1,14	1,66	2,1	2,16	2,36	2,4	2,6	1,88	1,66	2,1
41	nasadit 2x závitovou vložku 448930	3,01	5,01	5,24	5,53	5,96	6,26	6,5	6,7	6,82	7,02	6,11	5,96	6,26
42	spustit z. přípravek (dvouruční spouštění)	0,7	0,72	0,72	0,73	0,74	0,74	0,76	0,78	0,8	0,82	0,74	0,74	0,74
43	zašroubovat závitové vložky (M8+-0.2Nm)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10,00	10	10
44	protáhnout vývod od statoru a vývod od cívky tacha tělesem hoblíku, na elektroniku zapojit konektory od statoru a cívky tacha 487923 dle schématu zapojení, elektroniku vložit do tělesa hoblíku vývody od elektroniky protáhnout do prostoru spínače 460483 – pozn. 6	11,72	17,22	17,3	17,36	18,33	18,4	19,1	19,33	20,4	22,89	18,37	18,33	18,4
45	přišroubovat příložku 446299 dvěma kusy 400468 (M 1,4±0,1 Nm)	2,69	3,56	3,6	3,82	3,91	4,02	4,2	4,42	4,95	8,55	3,97	3,91	4,02
46	do měřicího přípravku 2-46-24935 vložit hoblovací stůl 447290	2,02	2,25	2,66	2,68	2,82	3,17	3,6	3,71	4,2	5,43	3,00	2,82	3,17
47	a nasadit na těleso hoblíku	1,05	1,14	1,17	1,47	1,68	2,02	2,21	2,41	2,47	2,55	1,85	1,68	2,02
48	přišroubovat 4x šroub viz pořadí 228713 (M 1.6±0.2 Nm)	9,45	11,81	12,33	13,25	13,57	13,73	14,26	14,75	17,2	18,19	13,65	13,57	13,73
49	pomocí měřicího přípravku změřit rovnoběžnost hoblovacího stolu s hoblovací hlavou	0,62	0,76	0,82	0,82	1,08	1,41	1,62	1,66	1,68	1,8	1,25	1,08	1,41

č. op.	Popis jednotlivých úkonů	měření číslo [s]										vypočtené hodnoty		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	střední hodnota	interval spolehlivosti	
50	těleso hoblíku vyjmout a založit do montážní podložky 27715 – pozn. 7	2,94	3,21	3,62	3,8	3,87	4,22	4,81	4,93	5,02	5,4	4,05	3,87	4,22
51	do tělesa hoblíku nasadit uhlíkový držák (komplet)	2,15	2,78	3,04	3,25	3,61	3,66	4,32	4,36	4,67	4,76	3,64	3,61	3,66
52	k pohyblivému přívodu nasadit druhý uhlíkový držák (komplet) pomocí přípravku 200079	3,08	3,12	3,53	4,25	4,92	5,18	5,4	5,6	6,04	6,24	5,05	4,92	5,18
53	a zajistit šrouby 400231 2ks (M 1±0.2Nm)	4,63	5,8	6,02	6,66	6,73	6,93	7,49	7,54	7,88	8,37	6,83	6,73	6,93
54	na konektorové kolíky od statoru nasunout ploché dutinky od přípojných vedení 450074 (1ks) a plochou dutinku od elektroniky č.5, srovnat lanka do úchytu těl. hoblíku	25,6	27,32	27,63	28,38	28,57	29,47	30,3	35,6	37,8	37,85	29,02	28,57	29,47
55	těleso hoblíku upnout do přípravku a zapnout vystružení otvoru pro reg. stůl 446302 (D19 5H8 na 24+0.5mm, D20.5H8 na 24+0.5mm)	2,11	3,89	4,03	4,06	4,62	5,01	5,66	5,77	5,97	6,93	4,82	4,62	5,01
56	vystružování otvorů (strojní čas)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20,00	20	20
57	smontovat o- kroužek 447299, knoflík 438320 a kluzný kámen 447301	4,57	5,27	6,18	6,22	6,26	6,27	6,49	7,12	7,42	8,26	6,27	6,26	6,27
58	boční doraz (komplet) po 20 kusech v krabici odložit do odkládacího skluzu – pozn. 8	0,69	0,84	0,87	0,96	1,05	1,08	1,12	1,15	1,21	1,23	1,07	1,05	1,08
59	těleso hoblíku vyjmout ze stružícího přípravku	1,02	1,32	1,85	1,94	1,96	2,11	2,17	2,67	3,01	3,66	2,04	1,96	2,11
60	otvor profouknout vzduchovou pistolí – pozn. 9	2,36	3,04	3,08	3,22	3,37	3,53	3,62	4,08	4,1	5,09	3,45	3,37	3,53

č. op.	Popis jednotlivých úkonů	měření číslo [s]										vypočtené hodnoty		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	střední hodnota	interval spolehlivosti	
61	těleso hoblíku vložit do montážní podložky 3-20-773	2,06	2,41	2,66	2,81	2,9	3,15	3,21	3,63	4,03	4,12	3,03	2,9	3,15
62	závit regulačního členu 444885 namazat lehce tukem	0,77	0,86	1,12	1,17	2,03	2,31	3,13	3,28	3,5	3,57	2,17	2,03	2,31
63	na regulační člen 444885 našroubovat regulační kolo 444887	1,36	2,13	2,29	2,31	3,08	3,56	3,69	4,13	4,48	4,6	3,32	3,08	3,56
64	na regulační kolo nasunout kroužek uložení 446293	1,16	1,24	1,96	1,97	2,01	2,13	2,24	2,28	2,34	2,36	2,07	2,01	2,13
65	do tělesa hoblíku vložit úplnou regulaci úběru	2,31	2,67	2,81	2,96	3,01	3,05	3,31	3,4	3,57	4,01	3,03	3,01	3,05
66	a přišroubovat šroubem 2ks 400468 (M 1.4+-0.1 Nm)	3,95	4,57	5,62	5,9	6,02	6,23	6,27	6,8	7,27	8,7	6,13	6,02	6,23
67	čep regulačního stolu lehce namazat mazacím tukem	1,96	1,97	2,49	2,76	2,76	2,91	3,52	3,56	3,63	4,62	2,84	2,76	2,91
68	regulační stůl 446302 nasunout do tělesa hoblíku	2,13	2,46	2,51	3,14	3,27	3,43	3,65	3,78	4,21	5,22	3,35	3,27	3,43
69	a zajistit šroubem 446296, listovou pružinou 446295 a maticí 446297(M3±0.5Nm,komunální přípr)	8,92	11,79	11,97	12,72	13,43	13,8	14,57	15,09	15,38	19,29	13,62	13,43	13,8
70	na těleso hoblíku přiložit příložku držadla 444881	3,31	3,47	3,97	3,98	4,23	4,52	5,48	5,56	6,09	6,19	4,38	4,23	4,52
71	a stáhnout 2ks šroubů 400468 (M1,6+-0.2Nm)	2,11	2,68	2,82	3,51	4,23	5,22	6,22	6,7	7,1	9,48	4,73	4,23	5,22
72	na pohyblivý přívod navléknout návlačku 445738	2,26	2,53	3,62	3,87	4,72	4,77	5,18	5,3	6,18	8,18	4,75	4,72	4,77
73	do spínače zapojit vývody od pohyblivého přívodu 461121 vývody od elektroniky č.6 a č.1 a vývod od přípojného vedení 450074 dle schématu zapojení 450076	8,38	10,98	11,67	13,5	13,97	14,51	15,31	15,66	16,37	17,23	14,24	13,97	14,51

č. op.	Popis jednotlivých úkonů	měření číslo [s]										vypočtené hodnoty		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	střední hodnota	interval spolehlivosti	
74	přívod připevnit na těleso hoblíku přichytkou kabelu 439288 a dvěma šrouby 228584 (M 1±0.2Nm) – 1. šroub 400468 zašroubovat do poloviny, zašroubovat 2.šroub 400468 a dotáhnout 1. šroub	4,22	6,19	7,13	7,39	7,6	8,56	9,79	10,14	10,24	16,02	8,08	7,6	8,56
75	urovnat vývody v držadle hoblíku	8,35	11,49	12,22	14,3	16,27	19,88	20,16	26,93	31,12	32,04	18,08	16,27	19,88
76	a odložit na další pracoviště	1,01	1,04	1,63	1,76	1,92	2,36	2,66	3,63	3,65	3,67	2,14	1,92	2,36
77	těleso hoblíku vložit do montážní podložky 26814	0,89	0,92	0,96	1,04	1,26	1,67	1,72	1,74	1,83	1,92	1,47	1,26	1,67
78	do tělesa hoblíku nasunout kolík 770080 pomocí přípravku 27053	2,73	3,08	3,41	3,52	4,15	4,18	4,47	4,67	5,16	5,42	4,17	4,15	4,18
79	na kolík nasunout podporu 447306 s pružinou 715033 konce pružiny zasunout do tělesa hoblíku a podpory	3,19	3,88	4,18	4,58	5,23	5,85	6,24	6,4	6,41	7,04	5,54	5,23	5,85
80	přiložit kryt 444859	3,25	3,98	4,21	4,35	4,38	4,41	4,56	4,63	4,86	5,02	4,40	4,38	4,41
81	a stáhnout 5xšroubem 400468 (M1,6±0,2Nm) - první šroub zašroubovat u pohyblivého přívodu	9,56	10,4	12,82	14,6	16,35	17,31	17,9	18,42	20,21	24,6	16,83	16,35	17,31
82	vyzkoušet chod stroje	0,6	0,72	0,76	0,8	0,82	0,96	0,96	0,98	1	1,1	0,89	0,82	0,96
83	stroj vložit do druhého přípravku	1,48	1,6	1,82	1,97	2,14	2,3	2,45	2,58	2,62	3,02	2,22	2,14	2,3
84	na přípravek 27054 nasadit řemen 448235	3,14	3,27	3,57	3,62	3,72	3,78	4,09	4,85	6,2	6,23	3,75	3,72	3,78
85	napnout řemen	1,2	1,28	1,43	1,48	1,52	1,56	1,92	2,06	2,14	2,22	1,54	1,52	1,56
86	nasadit na řemenice	3,07	3,22	3,26	3,27	3,32	3,42	3,61	3,62	3,85	4,08	3,37	3,32	3,42
87	zkontrolovat správné nasazení řemene - všechny klínky řemene musí být zapadlé v drážkách řemeníček	0,68	0,96	1,22	1,35	1,43	1,47	1,68	1,77	1,84	1,96	1,45	1,43	1,47

č. op.	Popis jednotlivých úkonů	měření číslo [s]										vypočtené hodnoty		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	střední hodnota	interval spolehlivosti	
88	na ložiskové víko nasadit kryt řemene 444858	1,34	1,58	1,89	1,93	2,27	2,47	2,54	2,55	2,65	2,68	2,37	2,27	2,47
89	a přišroubovat dvěma šrouby 228743 (M1.6+-0.2Nm)	4,18	6,24	6,3	7,27	7,8	7,84	7,94	7,95	8,12	8,16	7,82	7,8	7,84
90	do tělesa hoblíku zasunout imbusový klíč 439803	1,38	1,4	1,41	1,42	1,52	1,54	1,61	1,61	1,72	1,83	1,53	1,52	1,54
91	a nalepit štítek 457577	0,92	0,92	0,99	1,12	1,48	1,81	1,92	2,01	2,34	4,8	1,65	1,48	1,81
92	ustavit hoblík do dalšího přípravku	0,67	0,75	0,82	0,83	0,92	0,98	1,02	1,12	1,24	1,25	0,95	0,92	0,98
93	Kontrola přesahu nože vůči hoblovacímu stolu - max.přesah 0-0,3mm - měřit na obou koncích nože (maximální rozdíl povolených naměřených hodnot 0,15mm)	8,58	10,7	12,97	13,17	13,73	14,21	15,22	15,86	16,05	16,92	13,97	13,73	14,21
94	srovnat regulační stůl do roviny s hoblovacím stolem s přesností 0±0,125 - měřící přípravek 26262	6,2	6,54	8,12	8,23	9,02	9,25	9,26	10,54	10,89	12,4	9,14	9,02	9,25
95	odložit přípravek, na regulační kolo nasadit víčko se stupnicí 446294, stupnici nastavit na 0	3,1	3,36	4,18	4,51	5,06	5,52	6,15	7,13	7,61	8,23	5,29	5,06	5,52
96	a přišroubovat šroubem 400468 (M1,6±0,2Nm)	3,21	3,5	4,18	4,32	4,93	5,54	5,87	7,1	7,54	7,78	5,24	4,93	5,54
97	spínač zaaretovat, vložit do boxu, box zavřít a zapnout	5,3	5,42	6,19	6,23	6,31	6,58	6,76	7,3	8,1	8,21	6,45	6,31	6,58
98	na pouzdro 444879 navléknout pružinu 444878	1,05	1,09	1,13	1,21	1,25	1,33	1,37	1,42	1,63	1,85	1,29	1,25	1,33
99	držáky uhlíku ohnout do požadovaného tvaru dle výkresu 457688 po 5ks	8,91	9,13	11,12	11,13	12,07	12,7	16,8	17,23	21,5	22,01	12,39	12,07	12,7
100	do držáku uhlíku 444873 nasunout vedení 450072 – pozn. 8	1,98	2,08	2,1	2,13	2,23	2,25	2,33	2,36	2,47	2,72	2,24	2,23	2,25

č. op.	Popis jednotlivých úkonů	měření číslo [s]										vypočtené hodnoty		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	střední hodnota	interval spolehlivosti	
101	zabíhání stroje – během zabíhání se provádí pracovní kontrola a zkoušení dle předpisu 41-6100-69 - pozn. 10	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600,00	600	600
102	odzkoušet mechanické funkce stroje - pozn. 11	9,91	10,18	12,54	13,7	14,37	16,15	17,35	20,2	21,3	22,47	15,26	14,37	16,15
103	hoblík otřít hadrem od nečistot	7,28	7,52	7,6	8,24	8,66	8,77	9,03	9,41	10,3	12,8	8,72	8,66	8,77
104	vložit hoblík do přípravku, provést kontrolu VN na dvou bodech (šroub a víko ložiska)	9,27	9,39	10,54	11,24	11,69	12,25	12,94	14,6	15,03	15,23	11,97	11,69	12,25
105	měření přesahu hoblovacího nože - vztaženo k boční hraně hoblovacího stolu (hodnota přesahu (+0,3 až -0,1mm))	11,02	11,5	12,29	12,63	14,52	16,33	17	19,38	22,23	24,5	15,43	14,52	16,33
106	měření rovnoběžnosti hoblovacího nože - vztaženo k hoblovacímu stolu, měří se na čtyřech místech dle zkušebního předpisu	9,36	9,58	9,63	10,05	10,55	11,8	12,11	12,66	14,3	14,37	11,18	10,55	11,8
107	očistit hoblík v místě štítku	0,97	1,23	1,24	1,32	1,48	1,65	1,76	1,88	2,01	2,02	1,57	1,48	1,65
108	na hoblík nalepit typový štítek 457577	1,78	2,31	2,41	2,57	2,89	3,12	3,21	3,25	3,76	3,81	3,01	2,89	3,12
109	na sací nástavec 444883 nasunout adaptér 448785 a nasunout do stroje	1,74	1,97	2,07	2,14	2,57	3,24	3,77	3,84	4,06	4,26	2,91	2,57	3,24
110	na těleso hoblíku a do garančního listu 489879 nalepit výkonový štítek dle výkresu 624587	1,34	1,59	1,68	1,95	2,04	2,11	2,31	2,45	2,56	2,84	2,08	2,04	2,11
111	do návodu vložit seznam náhradních dílů, bezpečnostní pokyny, přehled servisních středisek a garanční list s nalepeným štítkem	2,98	3,12	3,21	3,26	3,48	3,68	3,84	4,05	4,17	4,52	3,58	3,48	3,68

č. op.	Popis jednotlivých úkonů	měření číslo [s]										vypočtené hodnoty		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	střední hodnota	interval spolehlivosti	
112	kompletní návod vložit do sáčku 436564	1,23	1,27	1,54	1,62	1,65	1,87	1,89	2,14	2,36	2,47	1,76	1,65	1,87
113	na boční doraz komplet namontovat knoflík 438320 a matice 228566	6,25	6,54	6,63	6,68	7,05	7,18	7,26	7,58	7,95	8,01	7,12	7,05	7,18
114	uchopit systeiner 445434	1,05	1,62	1,64	1,65	1,74	1,87	1,89	1,95	2,31	2,31	1,81	1,74	1,87
115	na systeiner nalepit nálepky 2x 457416, dle výkresu 624587	1,53	1,8	2,25	2,3	2,41	2,65	2,7	3,5	3,67	4,92	2,53	2,41	2,65
116	nalepit fólii 445981 do víka systeineru 445434	2,07	2,19	2,23	2,41	2,48	2,61	2,61	3,04	3,12	3,98	2,55	2,48	2,61
117	do víka systeineru 445434 vložit plakát 457584	1,14	1,22	1,43	1,61	1,72	2,32	2,48	2,6	2,85	2,89	2,02	1,72	2,32
118	do systeineru vložit vložku 447296	0,79	0,91	0,93	1,07	1,12	1,16	1,21	1,38	1,41	2,41	1,14	1,12	1,16
119	vložit úplný boční doraz 487367	1,36	1,42	1,56	1,59	1,62	1,69	1,94	2,01	2,14	2,24	1,66	1,62	1,69
120	vložit elektrický hoblík	4,26	4,59	4,67	5,04	5,21	5,37	5,41	5,62	5,87	5,96	5,29	5,21	5,37
121	vložit návod	2,09	2,34	2,48	2,63	2,65	3,27	3,41	3,47	3,58	3,68	2,96	2,65	3,27
122	systeiner uzavřít a odložit na paletu	1,17	1,45	2,43	2,57	2,64	3,28	3,56	3,68	3,75	4,01	2,96	2,64	3,28

Měření časů činností na jiné lince

č. op.	Popis jednotlivých úkonů	měření číslo [s]										vypočtené hodnoty		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	střední hodnota	interval spolehlivosti	
22 – 23	zasunout výsuvný stůl	1,33	1,20	1,41	1,16	1,23	1,38	1,21	1,12	1,24	1,36	1,29	1,24	1,33
25 – 26	vysunout výsuvný stůl	1,34	1,22	1,44	1,14	1,19	1,41	1,26	1,17	1,23	1,37	1,25	1,23	1,26
03 – 04	spustit Lis 1 – válec	1,24	0,77	0,79	1,20	1,13	0,84	1,18	1,10	0,82	0,78	0,97	0,84	1,10

Simulace časů nových činností

č. op.	Popis jednotlivých úkonů	měření číslo [s]										vypočtené hodnoty		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	střední hodnota	interval spolehlivosti	
10 – 11	založit most ložiska z Lisu 1 na hoblovací hlavu v Lisu 2 – větší vzdálenost	2,57	2,04	2,15	2,21	2,08	2,43	2,02	2,12	2,77	2,61	2,18	2,15	2,21
17 - 18	do ložiskového víka nasunout rotor s větrákem (rotor je v lisu 1 nalevo, víko je vpravo v lisu 2)	1,34	1,22	1,44	1,14	1,19	1,41	1,26	1,17	1,23	1,37	2,16	2,13	2,18
32 - 33	hoblovací hlavu z Lisu 2 vložit do tělesa hoblíku	4,23	2,18	1,56	1,42	1,12	1,36	1,23	2,01	2,28	4,12	1,79	1,56	2,01

Příloha č.5

Poznámky k měřený úkonům

- 1 - při zakládání kolíku a ložiska bere obsluha součásti do rukou současně, měřen je pouze “zbytkový” čas
- 2 - obsluha uchopí do pravé ruky rotor a do levé větrák, během pohybu k přípravku složí součásti do sebe, a společně založí do přípravku
- 3 - založení obou ložisek probíhá současně
- 4 - při měření se zde zjistilo, že řemenice, které se vyrábí přímo v závodě, jsou občas uvnitř znečištěny třískami, řemenice pak nelze nasadit. Toto je možný bod pro zlepšení kvality – viz FMEA
- 5 - do druhé ruky bere obsluha zároveň zajišťovací přípravek 3-20-769
- 6 - pořadí zapojování elektroniky neprováděla obsluha při měření vždy ve stejném pořadí, operace by se navíc obtížně rozčlenila podrobněji, proto se veškeré operace týkající se elektroniky spojily do jednoho měření
- 7 - obsluha zároveň odkládá měřicí přípravek
- 8 - logistik vezme kanban s dorazy a přenesse na balící pracoviště, krabici s uhlíkovými držáky přenesse na pracoviště II
- 9 - desku stružícího přípravku se po vystružení také ofukuje vzduchem - měřen byl čas ofouknutí desky i otvorů
- 10 - zkušební předpis - opticky kontrolovat odběr proudu a napětí, kontroluje se každý kus
- 11 - měřeno včetně vyjmutí hoblíku z boxu

Příloha č.6

Změna názvu firmy Narex a.s. Česká Lípa

V průběhu zpracovávání diplomové práce došlo ve firmě Narex a.s. Česká Lípa k reorganizaci, a název NAREX se změnil na PROTOOL. Na zpracování této práce toto nemělo vliv.